

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e della Produzione

**Dottorato di Ricerca in
Tecnologie e Sistemi di Produzione
Indirizzo Gestione del Rischio e della Sicurezza**

**SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT:
APPROCCI, TECNICHE E MODELLI DI GESTIONE**

Coordinatore

Prof. Ing.
Giuseppe Giorleo

Tutor

Prof. Ing.
Liberatina Carmela Santillo

Candidato

Ing. Roberto Maria Grisi

XXIII° Ciclo di Dottorato

INDICE

INTRODUZIONE	1
CAPITOLO I	3
1 FONDAMENTI DI RISK MANAGEMENT	3
1.1 INCERTEZZA E RISCHIO	3
1.2 IL RISK MANAGEMENT	8
1.2.1 Il Risk Manager	13
1.3 GLI ELEMENTI INNOVATIVI E LA CENTRALITÀ DEL RISK MANAGEMENT	15
1.4 DAL RISK MANAGEMENT ALL'ENTERPRISE RISK MANAGEMENT	18
1.5 CLASSIFICAZIONE DEI RISCHI	21
1.6 IL PROCESSO DI RISK MANAGEMENT	26
1.6.1 Identificazione	28
1.6.2 Valutazione	36
1.6.3 Gestione	41
1.6.4 Monitoraggio e Controllo	47
1.7 VALUTAZIONE SULLA CONVENIENZA NELL'UTILIZZAZIONE DEL RISK MANAGEMENT	51
BIBLIOGRAFIA	54
CAPITOLO II	56
2 FONDAMENTI DI SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	56
2.1 SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	56
2.2 EVOLUZIONE DEL SCM	60
2.3 LA STRUTTURA E GLI ATTORI DELLA SUPPLY CHAIN	64

2.4	I SETTE PRINCIPI.....	69
2.5	I QUATTRO MODELLI DEL SCM	71
2.5.1	Strategie di collaborazione.....	74
2.6	OBIETTIVI	77
2.7	APPLICAZIONI DEL SCM	84
2.8	LA NATURA DELLE RELAZIONI CLIENTE-FORNITORE	88
2.8.1	Il processo di procurement.....	91
2.8.2	Selezione dei fornitori	92
2.8.3	Tipologia dei contratti	93
2.9	MISURAZIONE DELL'EFFICIENZA DI UNA SUPPLY CHAIN	94
2.10	OSTACOLI ALL'IMPLEMENTAZIONE DEL SCM	96
	BIBLIOGRAFIA.....	99
	CAPITOLO III.....	101
3	SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.....	101
3.1	LA GESTIONE DEI RISCHI NELLA SUPPLY CHAIN	101
3.2	APPROCCI ED OBIETTIVI	104
3.3	CLASSIFICAZIONE DEI RISCHI NELLA SUPPLY CHAIN	106
3.4	L'ANALISI DEI RISCHI	114
3.4.1	Analisi di contesto.....	116
3.4.2	Analisi di focus	120
3.5	LA MISURAZIONE DEI RISCHI	136
3.5.1	Le aree della supply chain.....	138
3.5.2	Obiettivi e priorità: il metodo Analytic Hierarchy Process	140
3.6	GLI INDICATORI DI RISCHIO.....	144
3.6.1	Identificazione dei driver di rischio	145
3.6.2	La selezione degli indicatori	148

3.6.3	Valutazione degli indicatori	156
3.6.4	Le correlazioni tra indicatori	157
	BIBLIOGRAFIA.....	159
	CAPITOLO IV	161
4	TECNICHE DI SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT	161
4.1	RICERCA	162
4.2	RASSEGNA DELLE METODOLOGIE DI ANALISI.....	162
4.3	METODOLOGIE DI ANALISI DEL RISCHIO.....	163
4.4	TIPI DI DATI IN INGRESSO	167
4.5	TIPI DI DATI IN USCITA	168
4.6	LEGAME TRA DATI IN INGRESSO, DATI IN USCITA E OUTPUT	168
4.6.1	Campi d'applicazione delle metodologie.....	169
4.6.2	Limitazione delle metodologie.....	170
4.7	LA GERARCHIZZAZIONE DEL RISCHIO	170
4.8	LE RELAZIONI TRA I METODI E LE TECNICHE D'INDAGINE.....	173
4.9	LE TECNICHE DI INDAGINE	176
4.10	TECNICHE DI INDAGINE PER L'IDENTIFICAZIONE DI INCIDENTI POSSIBILI	177
4.10.1	Verifiche di sicurezza: Safety Audit	177
4.10.2	Analisi Storica	180
4.10.3	Il modello Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)	181
4.10.4	Analisi "What If"	185
4.10.5	Identificazione aree critiche	187
4.10.6	Analisi di operabilità (HAZOP)	187
4.10.7	Diagramma di flusso	192
4.10.8	Diagrammi di causa-effetto.....	195

4.10.9	Diagramma di Pareto.....	197
4.10.10	Fault tree analysis.....	199
4.11	LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO	200
4.12	TIPI DI METODI.....	203
4.13	TECNICHE QUALITATIVE	204
4.14	TECNICHE QUANTITATIVE	205
	BIBLIOGRAFIA.....	207
	CAPITOLO V	213
5	SELEZIONE E APPLICAZIONE DELLE TECNICHE DI ANALISI DEL RISCHIO	213
5.1	IL PROBLEMA DELLA SCELTA DELLE TECNICHE DI ANALISI	218
5.2	CATEGORIE, FATTORI DI RISCHIO E FATTORI DI SCELTA	219
5.3	APPLICAZIONE DELLE TECNICHE DI IDENTIFICAZIONE E VALUTAZIONE RISCHI	227
5.3.1	Applicazione della Teoria dei grafi.....	228
	BIBLIOGRAFIA.....	234
	CAPITOLO VI	236
6	LA SYSTEM DYNAMICS COME SUPPORTO ALLE DECISIONI NELLA GESTIONE DEL RISCHIO.....	236
6.1	CENNI TEORICI DI BASE	236
6.2	ALCUNI STRUMENTI DELLA SYSTEM DYNAMICS	244
6.2.1	Causal loop diagrams	244
6.2.2	Stock and flow diagrams.....	246
6.2.3	L'applicazione utilizzata.....	248
6.3	L'APPLICAZIONE AL SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT.....	250
6.3.1	Modellazione in System Dynamics.....	251

6.4	IL RISCHIO DI FORNITURA.....	254
6.4.1	Il diagramma di Ishikawa.....	254
6.4.2	Il causal loop diagram	257
6.4.3	Il modello logico	259
6.5	I RISULTATI DELLA SPERIMENTAZIONE	264
6.5.1	Scenario 1	265
6.5.2	Scenario 2.....	273
6.5.3	Scenario 3	287
6.5.4	Tabella conclusiva.....	295
	BIBLIOGRAFIA.....	297
	CONCLUSIONI.....	299

INDICE DELLE FIGURE

CAPITOLO 1

Figura 1-1 : <i>Gerarchia delle decisioni</i>	3
Figura 1-2 : <i>Rischio secondo l'approccio classico e recente</i>	6
Figura 1-3: <i>Curva di isorischio (Px_D)</i>	7
Figura 1-4: <i>Due prospettive di risk management: Corporate Governance e Business Management</i>	12
Figura 1-5: <i>Centralità del Risk Management</i>	18
Figura 1-6: <i>Il “nuovo paradigma” di Risk Management</i>	20
Figura 1-7: <i>L'impresa come elemento centrale dei fattori di rischio</i>	24
Figura 1-8: <i>Fattori interni ed esterni di rischio</i>	25
Figura 1-9: <i>Fasi e macro-fasi del processo di Risk Management</i>	27
Figura 1-10: <i>Diagramma causa-effetto</i>	32
Figura 1-11: <i>Diagramma di contesto</i>	33
Figura 1-12: <i>Classificazione delle tecniche di gestione</i>	42
Figura 1-13: <i>Processo di controllo dei rischi</i>	48

CAPITOLO 2

Figura 2-1: <i>Gestione ed integrazione del Supply Chain Management</i>	60
Figura 2-2: <i>Evoluzione dei rapporti fornitore-cliente dalla semplice fornitura al rapporto di cooperazione del SCM esteso</i>	63
Figura 2-3: <i>Il supply network e le sue parti</i>	66
Figura 2-4: <i>Modello di base</i>	72
Figura 2-5: <i>Modello delle “relazioni intelligenti”</i>	72
Figura 2-6: <i>Modello dell'impresa dominante</i>	73
Figura 2-7: <i>Modello “partnership”</i>	73
Figura 2-8: <i>Matrice tra aspetti strategici ed operativi</i>	74

Figura 2-9: <i>Matrice ottenuta incrociando l'aspetto strategico con quello operativo, dal punto di vista della convenienza nella realizzazione</i>	76
Figura 2-10: <i>Obiettivi SCM</i>	77
Figura 2-11: <i>I fattori chiave della profittabilità del cliente nel lungo periodo</i>	79
Figura 2-12: <i>Gli effetti della "time compression" sull'efficienza complessiva</i>	81
Figura 2-13: <i>I paradigmi di agilità e snellezza</i>	82
Figura 2-14: <i>Livelli di ottimizzazione del SCM</i>	86
Figura 2-15: <i>Supply Chain Planning e Supply Chain Execution</i>	87
Figura 2-16: <i>Le relazioni cliente-fornitore</i>	89
Figura 2-17: <i>Relazioni cliente-fornitore in base al numero di fonti di approvvigionamento</i>	90
Figura 2-18: <i>Processo di "procurement"</i>	91

CAPITOLO 3

Figura 3-1: <i>Categorie di rischio della supply chain</i>	106
Figura 3-2: <i>Analisi di contesto e analisi di focus</i>	115
Figura 3-3: <i>Aree e obiettivi nell'analisi di focus</i>	121
Figura 3-4: <i>Identificazione dei rischi per "aree di rischio"</i>	123
Figura 3-5: <i>Confronto delle distribuzioni Three Sigma e Six Sigma</i>	125
Figura 3-6: <i>Mappatura dei rischi con metodo FMECA</i>	129
Figura 3-7: <i>Esempio di applicazione del metodo Critical Path Analysis per la costruzione di una casa</i>	133
Figura 3-8: <i>Mappatura degli scenari</i>	136
Figura 3-9: <i>Metodo di indagine dei rischi nella supply chain</i>	138
Figura 3-10: <i>La gerarchia del metodo AHP</i>	142
Figura 3-11: <i>La struttura dei fattori critici</i>	143

CAPITOLO 4

Figura 4-1: <i>Tools relativi alla Safety Assessment</i>	173
Figura 4-2: <i>Legame tra Event tree, Fault tree e Reliability block diagram</i>	174

Figura 4-3: <i>Le relazioni tra i vari fattori di rischio</i>	175
Figura 4-4: <i>Hypotesis believable Risk identification and assessment</i>	177
Figura 4-5: <i>Diagramma causa-effetto</i>	197
Figura 4-6: <i>Diagramma a spina di pesce (o di Ishikawa)</i>	197
Figura 4-7: <i>Schema dell'albero dei guasti. (Fault tree)</i>	200

CAPITOLO 5

Figura 5-1: <i>Le entità della supply chain</i>	213
Figura 5-2: <i>Le categorie di rischio ed i relativi fattori di rischio</i>	214
Figura 5-3: <i>Modello della catena di fornitura</i>	227
Figura 5-4: <i>Rappresentazione secondo la Teoria dei Grafi</i>	230

CAPITOLO 6

Figura 6-1: <i>Circuito di retroazione : struttura concettuale</i>	238
Figura 6-2: <i>Esempi di circuiti di retroazione</i>	238
Figura 6-3: <i>Esempi di struttura sistemica</i>	239
Figura 6-4: <i>Esempio di circuito di retroazione positivo</i>	240
Figura 6-5: <i>Esempio di circuito di retrazione negativo</i>	241
Figura 6-6: <i>Esempio di circuito di retroazione negativo con ritardo</i>	242
Figura 6-7: <i>Circuito a retroazione di informazione</i>	243
Figura 6-8: <i>Esempio di "stock and flow diagrams"</i>	247
Figura 6-9: <i>Simbolo della variabile livello</i>	248
Figura 6-10: <i>Simbolo della variabile flusso</i>	249
Figura 6-11: <i>Simbolo della variabile ausiliaria</i>	249
Figura 6-12: <i>Simbolo della costante</i>	249
Figura 6-13: <i>Collegamenti d'informazione che connettono diverse variabili ausiliarie</i>	250
Figura 6-14 – <i>Diagramma di Ishikawa</i>	256
Figura 6-15 - <i>Causal loop diagram</i>	258
Figura 6-16 - <i>Stock and flow diagram</i>	260

Figura 6-17: <i>Tasso di adempimento ordini</i>	265
Figura 6-18: <i>Andamento ordini inevasi</i>	266
Figura 6-19: <i>Andamento dei costi</i>	266
Figura 6-20: <i>Andamento redditività</i>	267
Figura 6-21: <i>Andamento ordini inevasi</i>	268
Figura 6-22: <i>Andamento dei costi</i>	268
Figura 6-23: <i>Andamento redditività</i>	268
Figura 6-24: <i>Confronto tra capacità produttive</i>	269
Figura 6-25: <i>Tasso di adempimento ordini</i>	270
Figura 6-26: <i>Andamento ordini inevasi</i>	270
Figura 6-27: <i>Andamento redditività</i>	271
Figura 6-28: <i>Andamento dei costi</i>	271
Figura 6-29: <i>Andamento ordini inevasi</i>	272
Figura 6-30: <i>Andamento dei costi</i>	272
Figura 6-31: <i>Andamento redditività</i>	273
Figura 6-32: <i>Tasso di adempimento ordini</i>	274
Figura 6-33: <i>Andamento ordini inevasi</i>	274
Figura 6-34: <i>Andamento dei costi</i>	275
Figura 6-35: <i>Andamento redditività</i>	275
Figura 6-36: <i>Tasso di adempimento ordini</i>	276
Figura 6-37: <i>Andamento ordini inevasi</i>	276
Figura 6-38: <i>Andamento dei costi</i>	277
Figura 6-39: <i>Andamento redditività</i>	277
Figura 6-40: <i>Tasso di adempimento ordini</i>	278
Figura 6-41: <i>Andamento ordini inevasi</i>	279
Figura 6-42: <i>Andamento dei costi</i>	279
Figura 6-43: <i>Andamento redditività</i>	279
Figura 6-44: <i>Confronto magazzino PF e spedizioni</i>	280
Figura 6-45: <i>Andamento ordini inevasi</i>	281

Figura 6-46: <i>Andamento dei costi</i>	281
Figura 6-47: <i>Andamento redditività</i>	281
Figura 6-48: <i>Confronto tra capacità produttive</i>	282
Figura 6-49: <i>Tasso di adempimento ordini</i>	283
Figura 6-50: <i>Confronto tra capacità produttive</i>	283
Figura 6-51: <i>Andamento dei costi</i>	284
Figura 6-52: <i>Andamento redditività</i>	284
Figura 6-53: <i>Tasso di adempimento ordini</i>	285
Figura 6-54: <i>Andamento ordini inevasi</i>	286
Figura 6-55: <i>Andamento dei costi</i>	286
Figura 6-56: <i>Andamento redditività</i>	286
Figura 6-57: <i>Tasso di adempimento ordini</i>	287
Figura 6-58: <i>Andamento ordini inevasi</i>	288
Figura 6-59: <i>Andamento redditività</i>	288
Figura 6-60: <i>Andamento ordini inevasi</i>	289
Figura 6-61: <i>Andamento dei costi</i>	289
Figura 6-62: <i>Andamento redditività</i>	290
Figura 6-63: <i>Confronto tra capacità produttive</i>	290
Figura 6-64: <i>Andamento ordini inevasi</i>	291
Figura 6-65: <i>Andamento dei costi</i>	291
Figura 6-66: <i>Andamento redditività</i>	292
Figura 6-67: <i>Andamento ordini inevasi</i>	293
Figura 6-68: <i>Confronto tra capacità produttive</i>	293
Figura 6-69: <i>Andamento dei costi</i>	294
Figura 6-70: <i>Andamento redditività</i>	294

INDICE DELLE TABELLE

CAPITOLO 1

Tabella 1-1: <i>Classificazione dei rischi per obiettivo</i>	22
Tabella 1-2: <i>Scheda di descrizione del rischio</i>	35
Tabella 1-3: <i>Matrice di valutazione qualitativa</i>	38
Tabella 1-4: <i>Determinazione semi-qualitativa della frequenza e dell'impatto</i>	38

CAPITOLO 2

Tabella 2-1: <i>Indicatori di performance della SC in termini di Qualità, Servizio, Costo e Tempo</i>	96
Tabella 2-2: <i>Ostacoli all'implementazione del SCM</i>	97

CAPITOLO 3

Tabella 3-1: <i>Categorie e fattori di rischio della rischio della supply chain</i>	107
Tabella 3-2: <i>Tipologie di rischio</i>	109
Tabella 3-3: <i>Griglia di analisi dei fattori ambientali di rischio</i>	117
Tabella 3-4: <i>Identificazione dei rischi per aree di rischio</i>	122
Tabella 3-5: <i>Gli obiettivi di robustezza e resilienza nella supply chain</i>	126
Tabella 3-6: <i>Mappa di indicatori analizzati con metodo FMECA</i>	129
Tabella 3-7: <i>Comparazione tra obiettivi</i>	144
Tabella 3-8: <i>Struttura della tabella di indicatori</i>	152
Tabella 3-9: <i>Tabella di indicatori</i>	152

CAPITOLO 4

Tabella 4-1: <i>Classificazione delle metodologie di analisi del rischio</i>	164
Tabella 4-2: <i>Campi di applicazione e metodologie di analisi del rischio</i>	169
Tabella 4-3: <i>Esempio di Check List</i>	179
Tabella 4-4: <i>Esempio di modulo FMEA</i>	184

Tabella 4-5: <i>Esempio di classificazione di effetti per criticità</i>	185
Tabella 4-6: <i>Esempio di analisi “What If” riferita ad apparecchiature</i>	186
Tabella 4-7: <i>Esempio di analisi “What If” riferita ad un processo</i>	186
Tabella 4-8: <i>Esempio di parole guida</i>	188
Tabella 4-9: <i>Scopi ed obiettivi di un’analisi di operabilità</i>	189
Tabella 4-10: <i>Norme per individuare i sottosistemi</i>	190
Tabella 4-11: <i>Tipologia di informazioni da riportare in testa ad ogni modulo</i>	190
Tabella 4-12: <i>Lista delle possibili quesiti da applicare ad ogni variabile</i>	191
Tabella 4-13: <i>Tecniche di valutazione</i>	203

CAPITOLO 5

Tabella 5-1: <i>Quadro riassuntivo di guasti, effetti, potenziali cause e controlli per le entità di una supply chain</i>	215
Tabella 5-2: <i>La selezione dei fattori di rischio della categoria “Lato della Domanda” che concorrono a determinare il fattore di scelta</i>	220
Tabella 5-3: <i>Scomposizione del fattore di scelta “Dipendenza dal cliente”</i>	221
Tabella 5-4: <i>La selezione dei fattori di rischio della categoria “Lato del Fornitore” che concorrono a determinare il fattore di scelta</i>	221
Tabella 5-5: <i>Scomposizione del fattore di scelta “Dipendenza dal Fornitore”</i>	223
Tabella 5-6: <i>Selezione dei fattori di rischio della categoria “Logistica” che concorrono alla determinazione del fattore di scelta</i>	223
Tabella 5-7: <i>Scomposizione del fattore di scelta “Dipendenza dalla Logistica”</i>	224
Tabella 5-8: <i>scomposizione del fattore “Dipendenza dalla Logistica”</i>	225
Tabella 5-9: <i>La selezione dei fattori di rischio che concorrono alla definizione del fattore di scelta</i>	225
Tabella 5-10: <i>La selezione dei fattori di rischio della categoria “Ambiente” concorrenti a determinare il fattore di scelta</i>	226
Tabella 5-11: <i>I pesi associati alle variabili dei rispettivi driver di rischio</i>	229
Tabella 5-12: <i>matrice delle adiacenze</i>	231

Tabella 5-13: <i>matrice dei pesi</i>	232
---	-----

CAPITOLO 6

Tabella 6-1: <i>Tabella riepilogativa</i>	295
---	-----

INTRODUZIONE

Le imprese industriali e commerciali, indipendentemente dal settore e dalla posizione competitiva, si trovano oggi ad operare in un ambiente particolarmente complesso per cui si rende indispensabile il coinvolgimento di tutte le aziende appartenenti al supply network nei processi e nelle attività che producono valore in termini di prodotti e servizi al consumatore finale.

Produttori, fornitori, distributori, e, in generale, tutti gli attori appartenenti alla catena di fornitura sono passati da relazioni conflittuali, in cui ognuno cerca di prevalere sull'altro, a consolidate partnership e vengono oggi sempre più considerati come un sistema integrato in grado di soddisfare le esigenze del cliente (*customer satisfaction*). Nessuna impresa è dunque isolata, ma è parte di un ampio network di aziende interconnesse. Le aziende devono dunque coordinare le proprie azioni con le altre organizzazioni della stessa supply chain per poter raggiungere efficacemente i propri obiettivi. Tali interdipendenze aumentano però il rischio complessivo che minaccia il perseguimento di tutti gli obiettivi. Questa realtà è confermata dalle grosse trasformazioni che si sono verificate negli ultimi anni nei vari settori, con l'aumento sempre più forte della collaborazione tra i vari livelli della supply chain e dei relativi rischi.

È in tale contesto che si colloca il presente lavoro che ha come obiettivo l'elaborazione di una metodologia di indagine dei rischi che gravano su una supply chain e che minacciano il perseguimento degli obiettivi verso cui l'intera catena di fornitura si orienta.

L'obiettivo sarà perseguito analizzando le criticità che si evidenziano nelle catene di fornitura e costruendo un metodo di indagine che sappia innanzitutto distinguere i parametri che permettano di tenere sotto controllo il livello di rischio della catena di fornitura. Poi sarà necessario trovare un criterio di selezione fra le varie metodologie di analisi dei rischi applicabili ai problemi in oggetto e infine sarà presentata una tecnica di simulazione come supporto alle decisioni per la gestione del rischio nella supply chain.

Il **primo capitolo** parte analizzando gli aspetti specifici del risk management. In particolare, iniziando dal concetto di rischio, vengono fornite le nozioni fondamentali della tematica. È presentata, inoltre, un'analisi delle principali tecniche che caratterizzano le fasi costituenti il

processo di gestione del rischio di un'impresa. Data la vastità del tema, l'obiettivo è di proporre una descrizione il più possibile completa del processo di risk management.

Il **secondo capitolo** si focalizza invece sugli argomenti connessi alla gestione della supply chain, spiegandone origine, evoluzione e definizioni. Si analizzano, inoltre, le principali caratteristiche della catena di fornitura, necessarie per delineare i confini entro i quali applicare una metodologia di indagine dei rischi.

Nel **terzo capitolo** viene analizzata la catena di fornitura quale settore di analisi dei rischi, descrivendo, innanzitutto, i più significativi approcci ed obiettivi alla gestione dei rischi all'interno della catena di fornitura. Si effettua poi una classificazione dei rischi nel supply network e dopo aver affrontato il tema dell'identificazione e misurazione degli stessi, viene presentata una metodologia di indagine dei rischi nella supply chain, basata sull'identificazione di un cruscotto di indicatori "chiave".

Nel **quarto capitolo** viene introdotta la ricerca realizzata sulle metodologie esistenti, l'analisi dello stato dell'arte circa lo stato di avanzamento sulle nozioni, tecniche e metodologie ad oggi conseguite per l'individuazione e la valutazione dei rischi. Sono state elencate le principali tecniche più largamente utilizzate ed esaurienti per affrontare tale tipo di problema.

Nel **quinto capitolo** si continua a definire la metodologia di indagine dei rischi nella supply chain, effettuando classificazioni delle categorie e driver di rischio ad essa associate, suggerendo quali sono le tecniche che possono essere scelte per analizzare una specifica entità della catena di fornitura.

Nell'**ultimo capitolo** si analizzano i rudimenti della metodologia nota come System Dynamics, quale strumentazione di interpretazione delle modalità con cui le politiche e le decisioni degli attori aziendali influenzano la struttura del sistema di riferimento, incidendo sulle dinamiche in atto per le risorse aziendali a disposizione. Grazie agli strumenti messi a disposizione dalla SD è stato possibile modellizzare il contesto di riferimento, la supply chain, in cui il rischio in esame, ovvero il rischio di fornitura, va a relazionarsi con tutti gli elementi tipici delle diverse funzioni aziendali. Sono stati poi individuati degli scenari "what-if" ottenuti variando, di volta in volta, determinati parametri ed in questi scenari sono state effettuate delle sperimentazioni. I risultati di tali sperimentazioni hanno permesso di poter scegliere la migliore politica di gestione del rischio di fornitura.

1 FONDAMENTI DI RISK MANAGEMENT

1.1 INCERTEZZA E RISCHIO

La competizione globale caratterizza lo scenario di mercato di questo inizio millennio nel quale incertezza e volatilità sono alcuni degli elementi che si impongono con maggiore forza all'attenzione di chi, all'interno delle organizzazioni, deve formulare scenari, definire strategie, tradurre le strategie in azioni attraverso piani e programmi, sviluppare progetti e attività operative.



Figura 1-1 : Gerarchia delle decisioni

In particolare, facendo riferimento ad un contesto aziendale volto alla produzione di beni e alla molteplicità di variabili che interagiscono in un sistema produttivo, è fondamentale dotarsi di sistemi per ridurre quanto più possibile il grado di incertezza connesso con le grandezze che influiscono sull'efficienza del sistema produttivo al fine di garantire una gestione ottimale delle risorse.

L'incertezza, che può essere definita come uno stato di conoscenza limitata in cui è impossibile descrivere esattamente lo stato esistente, i risultati futuri o più di un risultato possibile, influisce in modo negativo sul controllo delle grandezze connesse all'evento e quindi sull'efficacia della gestione del sistema. *“Vi sono eventi che consideriamo come necessari, altri come impossibili, fra i due estremi, la certezza della necessità e la certezza dell'impossibilità, vi è il campo estesissimo in cui si ha, in varie gradazioni, l'incertezza se un dato evento si verificherà o no” [Gobbi].* La gradazione dell'incertezza sarà legata ad un'assenza più o meno ampia d'informazioni sul fatto che un certo evento abbia o non abbia a verificarsi in un certo intervallo di tempo. *L'eventualità* viene, invece, definita come la possibilità di un evento incerto e poiché per ogni soggetto un'eventualità può essere favorevole, indifferente, sfavorevole, si identifica con il termine *rischio*, l'eventualità sfavorevole. Il rischio può essere anche definito come un'incertezza misurabile, ossia una categoria logica all'interno del più generale concetto d'incertezza (ignoranza sugli eventi futuri) ed in contrapposizione con l'incertezza non misurabile. La misurabilità a cui si fa riferimento, è legata alla determinazione di una tipologia di probabilità che, di per se, non può che ricollegarsi ad eventi suscettibili di produrre danni.

Sulla base di tali considerazioni il rischio è definibile come *“possibilità di subire un danno, una perdita, come eventualità generica o per il fatto di esporsi ad un pericolo nel quale ci si può imbattere”*. Da quanto appena visto si evidenzia la complessità della questione, dovuta all'infinità di forme che il rischio può assumere, in base al contesto in cui si verifica e alle modalità di manifestarsi. Assume validità pratica dunque, definire il rischio solo in relazione alla situazione a cui ci si riferisce e ai fini conoscitivi che ci si propone.

In linea di principio si può distinguere tra:

- *rischio*: la cui eventuale manifestazione porta a delle conseguenze negative;
- *opportunità*: la cui eventuale manifestazione porta a delle conseguenze positive.

Secondo l'approccio classico si definisce *“rischio” (R)* un pericolo potenziale quantificato in termini di *probabilità di accadimento (P)* e *gravità dell'evento (G)*. L'interazione tra i fattori di probabilità e gravità è di tipo moltiplicativa. Volendo, quindi, formulare tale definizione si ha:

$$R = P * G \quad (1.1)$$

Per il calcolo dei due fattori, come verrà approfondito nel paragrafo dedicato alla valutazione dei rischi, si può procedere secondo tre tecniche differenti: tecniche qualitative (secondo scale del tipo basso/medio/alto), tecniche semi-qualitative (secondo scale di punteggi, ad es. da 1 a 10) e tecniche quantitative (secondo valori economici).

Un approccio differente, che integra la visione classica per la misurazione dei rischi, considera, invece, quelle che sono le protezioni in atto e, in maniera duale, il grado di esposizione, nei confronti delle minacce. Ciò è contemplato in un terzo coefficiente denominato *vulnerabilità (V)*.

In termini matematici si ha:

$$R = P * G * V \quad (1.2)$$

In figura 1.2 è riportato un esempio di calcolo ed una rappresentazione grafica del valore di rischio nei due casi, supponendo $P=2$, $G=4$, $V=8$. Per l'approccio classico, una tipica modalità di rappresentazione dei risultati del processo di analisi e valutazione dei rischi è il cosiddetto “profilo di rischio” o “mappa del rischio”. La rappresentazione è fatta su un piano coordinato i cui assi sono la gravità e la probabilità, ed il rischio è dunque rappresentato da un punto, le cui coordinate corrispondono ai valori dei singoli fattori. La mappa del rischio costituisce un potente strumento manageriale poiché consente, attraverso l'esame del posizionamento relativo degli scenari di rischio evidenziati, di stabilire l'ordine di priorità delle azioni correttive da intraprendere per completare il processo di RM. Con l'approccio recente si utilizza un sistema ternario a formare una piramide a base triangolare in cui tre dei quattro vertici rappresentano i fattori P , G , V : in tal caso il rischio è quindi rappresentato tramite una sezione triangolare interna alla piramide (in rosso in figura 1.2).

Rischio = Impatto x Probabilità x Vulnerabilità = 7 x 2 x 8 = 112
--

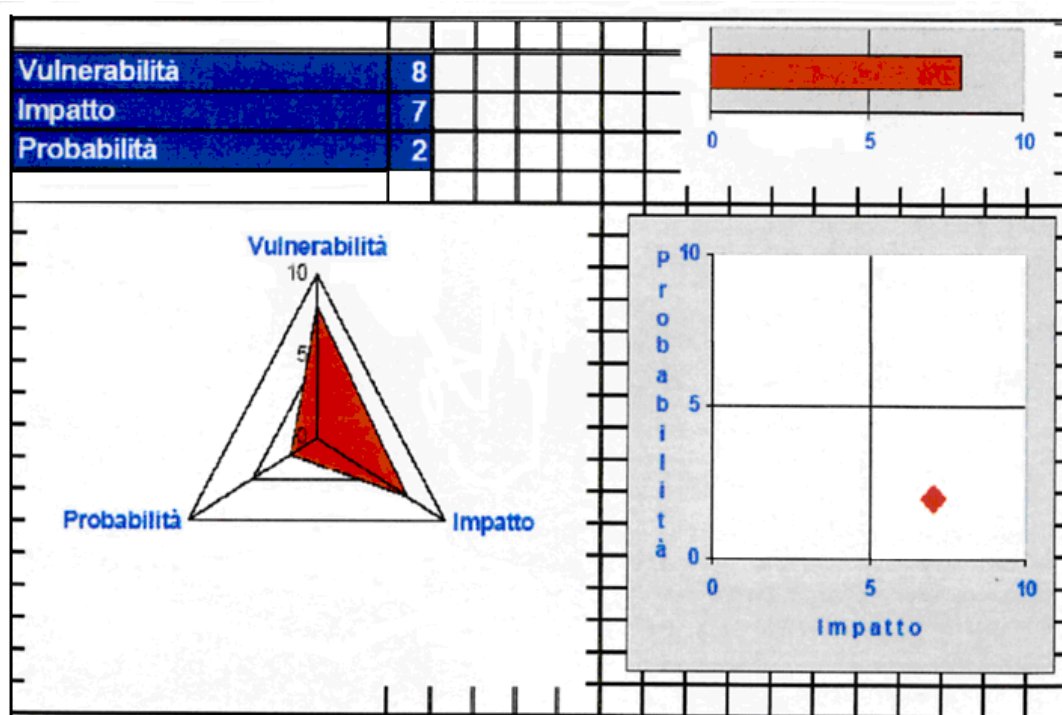


Figura 1-2 : *Rischio secondo l'approccio classico e recente*

È importante inoltre considerare che, in pratica, eventi contraddistinti da alta probabilità di accadimento e da limitate dimensioni del danno possono essere definiti allo stesso livello di rischio di altri eventi con probabilità anche assai più bassa ma conseguenti dimensioni di danno molto maggiori. Si può quindi pensare, almeno in linea di principio, di arrivare a definire dei livelli di rischio ammissibile, che individuino le combinazioni tollerabili del binomio probabilità/dimensione del danno. Si può immaginare di definire, in un diagramma cartesiano, una curva di isorischio, contraddistinta dallo stesso valore delle combinazioni probabilità/dimensione del danno, che separa due porzioni di spazio: area del rischio accettabile e area del rischio diminuibile.

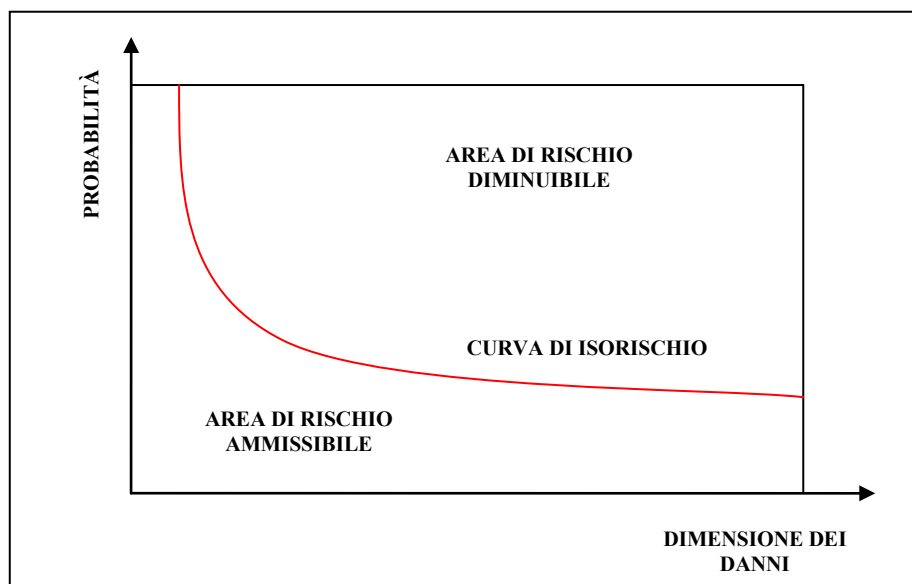


Figura 1-3: Curva di isorischio ($P \times D$)

Bisogna, inoltre, tenere presente che è necessario, nel dare una definizione di “rischio”, distinguere la dimensione soggettiva ed oggettiva del rischio. Ogni “evento sfavorevole” viene inoltre valutato sulla base della percezione soggettiva del rischio da parte dell’osservatore, cioè sulla base di come esso interpreta i fattori di rischio, degli strumenti utilizzati per la misurazione ed in funzione della sua personale propensione al rischio.

Riflettendo, ad esempio, sulla potenzialità di un evento sfavorevole, quale un evento naturale, molti sono gli strumenti e le tecniche che ne consentono la misurazione della probabilità di accadimento e dell’entità delle conseguenze possibili. L’identificazione di un rischio è dunque strettamente legata allo specifico contesto in cui ci si trova, data l’innumerevole quantità di eventi o situazioni nelle quali si possa ritrovare e configurare la possibilità di percepire danni e ciò soprattutto in una realtà quale quella di un sistema di produzione, in cui le variabili che entrano in gioco sono numerose, mutevoli ed incontrollabili internamente alla struttura organizzativa.

Se consideriamo quindi i rischi che non sono legati alla manifestazione di eventi naturali, la componente soggettiva assume rilevanza ancora maggiore. Si pensi ad esempio alla valutazione dei rischi che, in diversi ambiti aziendali e secondo diverse relazioni di causa-effetto, gravano sull’erogazione di un adeguato servizio al cliente oppure ai rischi che possono compromettere l’immagine di un’azienda.

Dato che il contesto di interesse per la nostra analisi è quello aziendale definiremo il rischio come una minaccia per i beni e i profitti dell'azienda. In modo più rigoroso, si considera "rischio aziendale" ogni evento che determina, potenzialmente, irregolarità nel risultato atteso del flusso di cassa aziendale relativo ad uno o più esercizi.

Tali irregolarità sono causate dal verificarsi di eventi di diversa natura, facenti capo a fattori tecnici, umani, economici, politici, finanziari, commerciali, etc.

Si pensi ad esempio alle svariate cause per cui si possono manifestare fermo-macchine in produzione, ed alle possibili conseguenze "a cascata" che possono incidere direttamente sugli effetti negativi dell'evento sfavorevole.

Data l'impossibilità di intervento su tutte le variabili, basti considerare che alcune di esse sono esterne al sistema stesso, alcune non controllabili e altre addirittura non accessibili, sarebbe poco realistico considerare la possibilità di eliminare del tutto le variazioni (negative) sul flusso di cassa relativo ai singoli esercizi.

Al fine però di convincersi su come le variazioni sul risultato atteso del cash flow aziendale possono essere ridotte è bene individuare, attraverso una classificazione dei rischi, quelle che sono le voci di rischio su cui si può operare.

1.2 IL RISK MANAGEMENT

Nell'ambito della realtà economica, sociale e politica in cui opera, l'impresa può essere soggetta a minacce di natura sia competitiva che non competitiva. Tali minacce, in determinate circostanze, si possono tradurre in vere e proprie situazioni di crisi, che vanno a influenzarne l'operatività incidendo sul suo valore attuale.

Naturalmente l'esperienza ci dice che ogni situazione di crisi può avere una evoluzione positiva oppure negativa, in funzione della gravità dell'evento che ha interessato l'impresa così come della capacità da parte della stessa di gestire nel modo più efficace la situazione.

Oltre alla corretta gestione delle variabili competitive tradizionali, condizione comunque necessaria per operare con successo sui mercati, è quindi necessario che ogni impresa protegga i fattori produttivi materiali e immateriali di cui dispone, ovvero che salvaguardi gli elementi fondamentali che sono alla base dei processi di creazione del valore.

Il campo di studi che si occupa di queste problematiche prende il nome di “protezione aziendale”.

L’oggetto della protezione aziendale è lo studio e l’attuazione di strategie, di politiche e di piani operativi volti (nell’ottica della creazione del valore dell’impresa) a prevenire, fronteggiare e superare eventi che possano colpire le risorse (materiali, immateriali e umane) di cui l’azienda dispone o di cui necessita per garantirsi una adeguata capacità concorrenziale nel breve, nel medio e nel lungo periodo.

Gli obiettivi della protezione aziendale sono fondamentalmente due:

- la salvaguardia del patrimonio aziendale;
- la garanzia di continuità operativa (ovvero di continuità dei processi di creazione di ricchezza).

Il risk management è uno degli strumenti di cui si avvale la protezione aziendale nel perseguire i propri obiettivi.

Mentre sulla gestione del rischio inteso come sicurezza di cose e persone (*safety management*) o delle informazioni (*security management*) tanto si è oramai detto, scritto e consolidato, anche a livello di standard normativi, sul risk management nella gestione aziendale non sono ancora disponibili conclusioni uniformemente riconosciute e condivise, a meno di alcuni modelli di riferimento messi a punto da organismi internazionali:

- *l’Orange Book — Management of Risks* predisposto da HM Treasury in Gran Bretagna);
- il *Risk Management Standard* messo a punto in Gran Bretagna dall’Association of Insurance and Risk Managers (AIRMIC), dall’Institute of Risk Management (IRM) e dall’ALARM National Forum for Risk Management;
- *l’Enterprise Risk Management — integrated framework* dell’australiana Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (CoSO);
- il *Risk Management Framework* dell’European Foundation for Quality Management (EFQM).

In particolare, la definizione, tratta dallo standard AIRMIC 2002, è la seguente: “*processo aziendale che ha come obiettivo la protezione dell’impresa dagli eventi sfavorevoli e dai loro effetti, mediante il monitoraggio sistematico delle condizioni di rischio cui è sottoposta l’impresa e l’implementazione di opportune misure di protezione*”.

Il risk management (RM) è dunque un processo ed in quanto tale è caratterizzato dalla concatenazione di attività, tra loro correlate in modo sistematico e sequenziale, finalizzate al raggiungimento di un medesimo obiettivo. All'interno di ogni impresa si possono infatti identificare più processi, alcuni dei quali definibili centrali, in base alle caratteristiche ed obiettivi dell'impresa. Una efficace implementazione di risk management dovrebbe quindi "partire" dal processo centrale e dai suoi obiettivi e ciò significa che il processo di risk management dovrebbe prendere le mosse dall'analisi degli obiettivi verso cui si orientano i processi centrali. La natura e le caratteristiche di tali processi dovrebbero dunque influenzare significativamente il risk manager nella scelta dei metodi di identificazione ed analisi del rischio.

Consideriamo, ad esempio, un'impresa per la quale il processo centrale sia la gestione della catena di fornitura e l'obiettivo sia la massimizzazione del servizio al cliente. In essa l'implementazione del processo di risk management dovrebbe orientarsi alla gestione di quei rischi che, all'interno del processo centrale e dei suoi sottoprocessi ed attività, possono compromettere il perseguimento del servizio al cliente e la reattività di risposta al mercato.

Il processo di gestione del rischio dunque:

- concorre alla definizione delle metodologie di misurazione dei rischi;
- concorre alla definizione dei limiti operativi assegnati alle strutture operative e definisce le procedure per la tempestiva verifica dei limiti medesimi;
- valida i flussi informativi necessari ad assicurare il tempestivo controllo delle esposizioni ai rischi e l'immediata rilevazione delle anomalie riscontrate nell'operatività;
- predispone il reporting nei confronti del Consiglio di Amministrazione, dell'Alta Direzione e dei responsabili delle strutture operative circa l'evoluzione dei rischi e la violazione dei limiti operativi fissati;
- verifica la coerenza dei modelli di misurazione dei rischi con l'operatività svolta dalla impresa.

In definitiva possiamo affermare che il risk management ha come obiettivo generale quello di garantire la protezione dell'impresa dagli eventi sfavorevoli e dai loro effetti. In termini concreti questo comporta il raggiungimento di una serie di obiettivi intermedi:

- la trasformazione del rischio iniziale in un profilo di rischio in linea con gli obiettivi e le capacità finanziarie delle aziende;
- la riduzione al minimo della possibilità di cessazione definitiva dell'attività in presenza di sinistri di rilevante entità;
- la riduzione al minimo degli effetti sull'azienda di eventi dannosi che, colpendo le risorse aziendali, potrebbero arrecare perdite o danni;
- il mantenimento della capacità produttiva dell'azienda e l'ottenimento dei risultati economici previsti, anche in presenza di sinistro.

Accanto a questi risultati di diretta ed immediata verificabilità si pongono obiettivi di più lungo termine:

- massimizzare il valore economico dell'azienda;
- offrire garanzia di immagine e sicurezza.

Emergono quindi tre livelli negli obiettivi del risk management:

- il conseguimento degli obiettivi propri dei processi centrali dell'impresa, che vengono quindi "interiorizzati" dal processo di risk management;
- il conseguimento degli obiettivi in ottica di total quality management¹;
- il conseguimento degli obiettivi di financial management, in termini di gestione dei cosiddetti rischi finanziari.

Oltre ai tre livelli citati, si identificano due prospettive di indagine degli obiettivi di risk management. Tali prospettive, rappresentate in figura 2.4, sono riassumibili come segue:

- il risk management è il processo di supporto alla gestione dei processi ed attività aziendali;
- il risk management supporta le attività di supervisione dell'intero operato dell'azienda in ottica di corporate governance.

¹ Il Total Quality Management è l'approccio manageriale che si focalizza sulla creazione di valore nei confronti degli stakeholders.

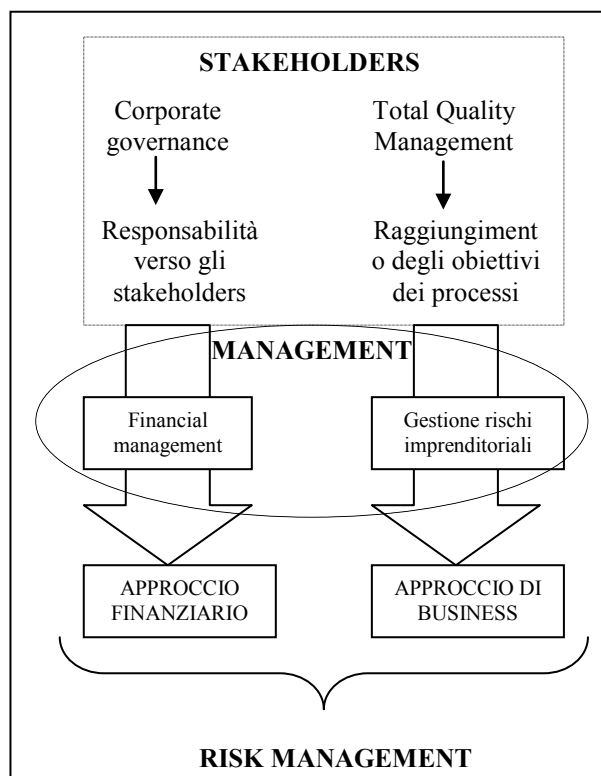


Figura 1-4: Due prospettive di risk management: Corporate Governance e Business Management

Nell'ottica di *corporate governance* la gestione del risk management presuppone che esso garantisca quanto segue:

- di conoscere fino a che punto gli obiettivi strategici ed operativi sono raggiungibili;
- di conoscere il livello di “*risk appetite*” e di “*risk tolerance*” dell'impresa.

Di fronte a tali responsabilità il management risponde a livello personale e a livello collettivo, ed anche per questo il CEO (*Chief Executive Officer*) viene spesso considerato quale responsabile di risk management. Per recepire gli obiettivi di business dei processi è utile identificare una responsabilità “trasversale” di risk management all'interno dei processi di gestione.

Il risk management dovrebbe supportare l'impresa nell'identificazione e gestione dei fattori e componenti di rischio che possano compromettere il conseguimento degli obiettivi prioritari, fermo restando il coinvolgimento del management, a livello operativo e a livello strategico, individuando le problematiche di rischio relative a specifiche attività e mantenendo il controllo sistematico del processo e il collegamento tra le attività gestite da centri di responsabilità diversi.

Nell'ambito delle medie e piccole imprese la cultura del risk management è attualmente ancora poco diffusa, sia per una generale carenza di un'adeguata cultura della prevenzione e della sicurezza, sia per la difficoltà per questo tipo di imprese di sopportare i costi fissi di una struttura interna di risk management. La tendenza più recente è la gestione del risk management in outsourcing, l'affidamento cioè ad un soggetto esterno specializzato nell'attività di risk management dell'azienda.

1.2.1 Il Risk Manager

Il risk manager individua e analizza i rischi insiti nell'esercizio dell'attività aziendale, ne mette al corrente i vertici della società proponendone le soluzioni più opportune, e realizza o contribuisce a realizzare le politiche di gestione del rischio dell'azienda. L'estrazione professionale del risk manager è significativa per le performance del risk management, ed anche, elemento ancora più importante, per la capacità di imporre tale innovazione manageriale all'interno dell'organizzazione. La collocazione organizzativa invece è fondamentale per la valorizzazione interna delle scelte del risk manager; essa scaturisce da una congiunta considerazione dell'ambiente organizzativo nel quale opera l'impresa e della struttura organizzativa interna. Vogliamo evidenziare in primis come l'estrazione professionale è soggetta a continue evoluzioni modificanti l'entità iniziale, mediante innumerevoli relazioni che il risk manager è chiamato a mantenere con tutte le funzioni aziendali interne e con l'ambiente esterno dell'azienda. Tenendo presente che il ricorso al finanziamento del rischio mediante trasferimento assicurativo, assorbe in realtà la parte quantitativamente più importante dei programmi aziendali di gestione del rischio, è necessaria una conoscenza approfondita del mercato assicurativo e dei suoi partecipanti nonché l'instaurazione con essi di solidi ed efficienti canali di comunicazione. Proprio per i motivi succitati è stato da molti osservato come, nella sua evoluzione storica, il risk manager rappresenti un'implementazione e allargamento dei compiti del responsabile assicurativo. A quanto detto inoltre, si aggiungono altre innumerevoli relazioni con consulenti esterni, come i brokers, avvocati, fisici, ingegneri di produzione, fiscalisti, attuari, consulenti finanziari, con produttori e installatori di sistemi di sicurezza, con i quali si ha una compartecipazione di know-how indispensabile per tre ordini di ragioni:

1. conoscenza di prodotti innovativi (utili per valutare l'efficienza dei sistemi di protezione in essere);
2. introduzione di nuovi strumenti di prevenzione;
3. possibilità di ricontrattare i premi di talune polizze assicurative con il contemporaneo aumento del livello di sicurezza offerto all'assicuratore.

Un ulteriore canale privilegiato di relazioni con l'ambiente organizzativo è quello che viene ad instaurarsi tra risk manager ed organismi di verifica tecnici, come le Unità Sanitarie Locali, o a quelle tributarie come all'I.N.A.I.L. (Istituto Nazionale Infortuni sul Lavoro). In seconda analisi valuteremo attentamente la collocazione del risk manager in relazione ai diversi ambienti organizzativi. Tale scelta non può che risultare da una congiunta considerazione dell'ambiente organizzativo nel quale opera l'impresa e della struttura organizzativa interna. Nel caso di ambiente organizzativo relativamente stabile e con struttura gerarchico-funzionale caratterizzata da processi di delega molto ridotti, l'esposizione ai rischi imprenditoriali sarà limitata. Ne consegue che l'attenzione sarà prevalentemente concentrata sui rischi puri. Quindi risulta probabile la non eccessiva enfattizzazione del ruolo del risk manager, portando il suo inserimento in rapporto di linea con il Direttore Finanziario e nell'ambito del sub-sistema funzionale da quest'ultimo sovrinteso. In un contesto ambientale organizzativo relativamente instabile ed eterogeneo fa riscontro sovente una struttura organizzativa interna divisionale o dipartimentalizzata che generalmente evidenzia ampia delega nei riguardi delle divisioni. In tale ipotesi, appare necessario un più accurato approccio ai rischi sia puri che imprenditoriali, inoltre la maggiore ampiezza della delega ed il processo decisorio decentrato, inducono a ritenere che il ruolo del risk manager deve essere dotato di sufficiente autorità per poter imporre, quando necessario, l'esigenza di operare determinate modifiche interne allo scopo di attrezzare l'impresa di fronte ai rischi. Per la stessa ragione l'alta direzione deve fornire il segnale a tutta l'organizzazione dell'importanza data alla gestione dei rischi. È preferibile dunque in tali situazioni, come soluzione un rapporto di linea con il Direttore Generale in veste di direttore di sub-sistema autonomo di gestione del rischio.

1.3 GLI ELEMENTI INNOVATIVI E LA CENTRALITÀ DEL RISK MANAGEMENT

Il risk management, fra le innovazioni che mirano a soddisfare le esigenze di protezione aziendale, si contraddistingue per essere di carattere più ampio. Infatti, pur nel rispetto delle specificità gestionali imposte da ogni gruppo di eventi dolosi ed accidentali, il risk management offre una logica molto generale applicabile ad ogni rischio. Esso è, in qualche modo, una forma manageriale nuova all'interno della quale debbono inserirsi tutti i singoli interventi di protezione aziendale. Si può anzi dire che il risk management si caratterizzi per l'unificazione di approcci, strumenti di trattamento del rischio, competenze ad oggi frammentate e prive di collegamento.

Scendendo in dettaglio, vogliamo evidenziare gli elementi qualificanti di questo metodo di gestione innovativo. Si evidenzia in primis, la strutturazione delle attività di gestione del rischio secondo un modello sequenziale in cui le decisioni finali sono sostenute da una rilevazione preliminare delle singole eventualità avverse potenziali; il modello, che approfondiremo in seguito, si articola in quattro fasi fondamentali: identificazione, valutazione, gestione, monitoraggio e controllo.

Agganciare il trattamento del rischio ad un lavoro precedente di raccolta di informazioni e di elaborazioni significa eliminare gli approcci decisionali "empirici" basati su approssimazioni, giudizi intuitivi e regole "del pollice" scarsamente rispettose dell'economicità complessiva dell'impresa. Inoltre, le fasi di identificazione e valutazione consentono di rafforzare le capacità previsionali circa il realizzarsi di eventi avversi, specie se nuovi o altamente discontinui nella loro manifestazione. Altro aspetto interessante del risk management è la realizzazione della massima integrazione fra i diversi strumenti di intervento sul rischio. Infatti, la protezione aziendale è caratterizzata non soltanto da una forte eterogeneità delle materie affrontate, ma anche da notevoli differenze fra i mezzi d'azione. Come approfondiremo anche in seguito, l'assicurazione da una parte e le soluzioni tecniche di prevenzione dall'altra, costituiscono due mezzi assai distinti, con interlocutori, competenze necessarie, filosofie sostanzialmente diverse.

Il risk management, in base all'assunto che assicurazione e prevenzione siano strumenti complementari da impiegare in modo congiunto, attiva i meccanismi necessari a realizzare il

coordinamento decisionale ed organizzativo. In aggiunta a quanto appena detto, è necessario registrare il notevole allargamento della gamma di strumenti tecnici, con uno sconfinamento deciso nel campo delle tecniche finanziarie di gestione dei flussi. Il principio ispiratore è il tentativo di riprodurre, al proprio interno, alcuni aspetti della gestione del portafoglio rischi delle imprese assicurative. Il vantaggio fondamentale risiede nella dilatazione della capacità di ritenzione e conseguentemente, nell'acquisizione di maggiore flessibilità e libertà nelle decisioni di impiego degli strumenti tradizionali della protezione aziendale. È degno di nota inoltre tra gli aspetti qualificanti, lo spostamento delle metodologie decisionali verso la prospettiva finanziaria, coerentemente con quanto avviene da tempo nella valutazione di qualunque investimento aziendale. In quest'ottica un evento dannoso viene ad essere essenzialmente considerato come l'origine di un flusso monetario negativo e gli interventi di risk management come dei mezzi per la contrazione di tali flussi. Questo consente di interpretare finanziariamente tutti gli strumenti di gestione dei rischi puri, e non solo quelli che già sono finanziari nella loro natura, agevolandone l'unificazione concettuale ed operativa. Infine possiamo concludere sottolineando l'impegno del risk management nella ricerca della massima integrazione della gestione degli eventi dolosi ed accidentali nel complesso della gestione aziendale opponendosi infatti all'isolamento organizzativo della protezione aziendale, particolarmente pregiudizievole in quanto i responsabili di quest'area sono invece chiamati ad interloquire costantemente con il management di tutte le funzioni. Il risk management si qualifica per la creazione di collegamenti fra protezione aziendale e gestione d'impresa, con particolare enfasi sull'istituzione di adeguati meccanismi di comunicazione e sulla concessione ai responsabili della gestione dei rischi di uno status sufficiente per trattare su una base di sostanziale parità con i vari responsabili funzionali.

L'analisi di risk management va ad impattare differenti tipologie di dati, la cui provenienza è ascrivibile alla diversa natura che origina un evento dannoso. È necessario pertanto realizzare un flusso informativo che convogli tutti i dati dalle diverse funzioni aziendali verso un'unica funzione che possa sviluppare le misure di gestione opportune per il trattamento dei rischi.

Il risk management necessita quindi sostanzialmente di due requisiti: indipendenza dalle altre funzioni aziendali ed accesso incondizionato a tutte le altre aree relativamente alle informazioni necessarie al proprio scopo.

Ciò è in primo luogo dovuto all'esigenza di una disamina esaustiva degli scenari di rischio. Inoltre tale configurazione è in linea con quello che è stato lo scenario evolutivo del risk management che è passato da una fase pionieristica di gestione dei contratti di assicurazione ad un approccio globale, secondo cui esso deve occuparsi di tutti i rischi dell'azienda. Ma ciò è ancora più evidente se si considera la genesi del risk management che, inquadrato nell'ottica del Total Quality Management, richiede il coinvolgimento totale delle singole aree aziendali e la collaborazione costruttiva mirata al raggiungimento della qualità totale.

Le funzioni con cui strettamente si interfaccia il processo di risk management sono:

- *funzione amministrativa*: per disporre delle procedure di controllo interno, dei controlli di budget, le rilevazioni e valutazioni relative alle attività aziendali, le registrazioni contabili, il controllo dei costi, le analisi di bilancio, il controllo dei costi assicurativi;
- *funzione commerciale*: relativamente alle condizioni contrattuali di vendita dei prodotti, attività di trasporto dei beni, informazioni, garanzie date agli acquirenti e consumatori, sviluppo di nuovi prodotti, politica dei prezzi;
- *funzione finanziaria*: è la relazione più stretta, tale che, laddove la gestione dei rischi non possiede autonomia funzionale, il risk management opera spesso alle dirette dipendenze della Direzione Finanziaria;
- *funzione del personale*: anche in questo caso si sviluppa una forte relazione almeno per quel che concerne la sicurezza sul lavoro e la prevenzione delle perdite associate ai rischi di infortunio. Infatti, pur essendo compito della direzione del personale sviluppare procedure di lavoro che garantiscono la sicurezza e mantengono costanti condizioni fisiche e ambientali tali da minimizzare il rischio di incidenti, è necessario l'intervento del risk management, il quale avendo minuziose rilevazioni sugli incidenti del passato, consente un'attuazione profittevole delle suddette procedure;
- *funzione produttiva*: fondamentale in programmazione della produzione, progettazione e sistemazione delle linee di produzione in termini di efficienza di processo, scelta dei materiali e manutenzione degli impianti.

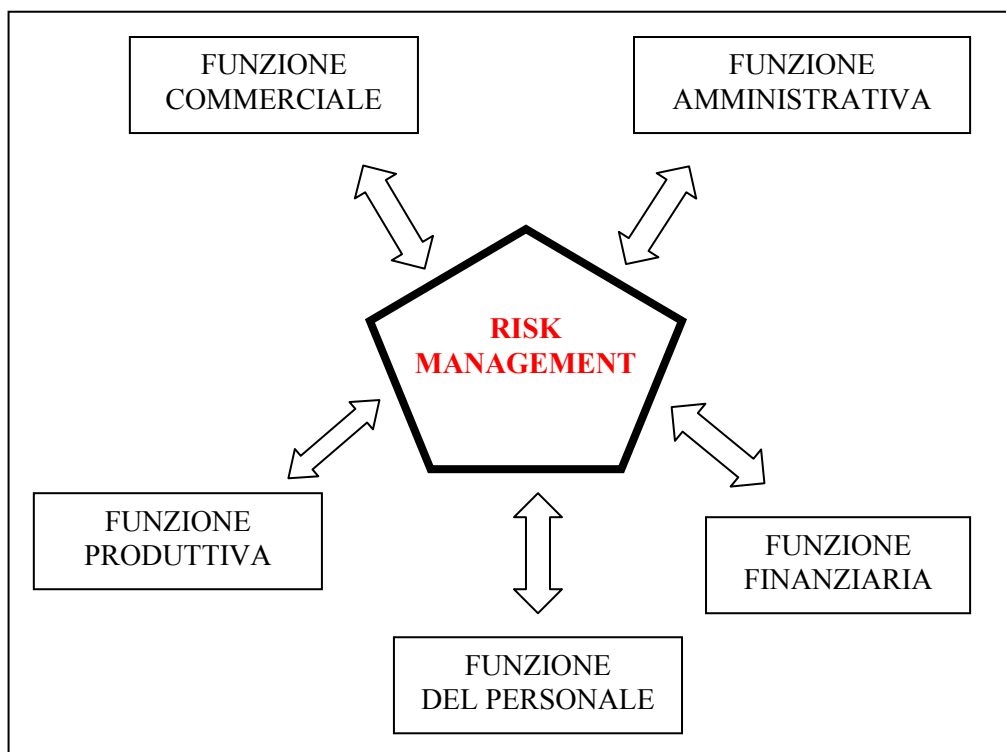


Figura 1-5: Centralità del Risk Management

1.4 DAL RISK MANAGEMENT ALL'ENTERPRISE RISK MANAGEMENT

La nascita del risk management è generalmente collocata negli anni Cinquanta negli Stati Uniti e si inserisce nel contesto di una filosofia imprenditoriale imperniata sul perseguimento della total quality. Durante quegli anni si andavano infatti diffondendo corsi universitari e business schools incentrati sulla gestione assicurativa. Inizialmente il RM era infatti rivolto quasi esclusivamente alla gestione dei contratti di assicurazione delle aziende e si occupava dei “rischi puri”, tipicamente assicurabili tramite coperture dei danni (incendio, furto, responsabilità civile, etc.).

In quegli anni le prime applicazioni di risk management in tema di sicurezza delle persone e degli ambienti di lavoro, in particolare in ambito produttivo, nascevano proprio come un forte orientamento assicurativo. Le verifiche e le perizie di sicurezza sugli impianti, erano infatti tipicamente orientate all'identificazione di misure di trattamento del rischio fisico, quali la cosiddetta “separazione delle unità di rischio” ed al trasferimento assicurativo.

Dai soli rischi assicurabili si passa poi a quelli non assicurabili, la cui gestione richiede l'uso di strumenti diversi dal contratto di assicurazione, quali la ritenzione in proprio dei rischi stessi e la loro riduzione attraverso la prevenzione.

Si sviluppano così, negli anni Settanta, le tecniche di analisi dei rischi, di controllo dei danni, di finanziamento delle perdite conseguenti, con la nascita dei primi studi sulla gestione del rischio in ottica integrata.

Tuttavia in quegli anni i cambiamenti sopravvenuti nei mercati finanziari e dei capitali iniziavano ad indurre imprese ed istituzioni a concentrarsi in modo più consapevole ed esplicito con i rischi connessi con le dinamiche finanziarie ed ai loro effetti. Sulla spinta di tali pressioni avrebbero quindi iniziato a diffondersi nelle imprese strumenti finanziari innovativi, integrati con quelli di risk management.

In quegli anni, alcuni sviluppi della dottrina *accountancy oriented* avrebbero quindi contribuito ad identificare il risk management con le attività proprie della funzione finanza e con lo sviluppo dei moderni strumenti di *financial risk management*. Questa nuova visione di risk management rappresenterebbe la matrice concettuale del più recente approccio di *Enterprise Risk Management*.

L'evoluzione dell'ambiente di riferimento, quindi, se da un lato ha favorito lo sviluppo del *financial risk management*, come indicato precedentemente, dall'altro ha indotto altra parte della dottrina a identificare un filone di risk management maggiormente "business oriented". Le origini di tale approccio risalgono ai primi anni Ottanta, in concomitanza alla crisi del mercato assicurativo, riconducibile a vari fattori congiunti: la crescita del numero e della pericolosità dei rischi in seguito all'inasprirsi della criminalità, crescente complessità delle tecnologie, salvaguardia dell'ambiente.

Negli anni più recenti emerge, invece, la tendenza ad una visione globale del risk management, basata sulla considerazione che esso debba occuparsi di "tutti i rischi dell'azienda", politici, finanziari, di mercato, siano essi assicurabili o meno. Diversi fattori ambientali infatti hanno concorso e concorrono in misura crescente a definire il concetto di "*increasing risky environment*". In particolare ciò che oggi contraddistingue il "risky environment" è il crescente peso della correlazione tra i rischi. Ciò significa che essi sono strettamente collegati tra loro da nessi di causa-effetto, nel senso che la manifestazione di un rischio è in grado di generare altri rischi ad esso connessi. Questo in particolare comporta

due conseguenze. Innanzitutto, la presenza di correlazioni tra i rischi afferenti diverse aree aziendali fa sì che essi possano minacciare il conseguimento degli obiettivi dell'impresa in modo complesso e trasversale.

Inoltre, il *risk assessment* diviene essenziale per poter monitorare adeguatamente il rischio e gestire efficacemente i processi aziendali.

L'approccio di *business risk management* è stato definito in letteratura come un “nuovo paradigma”, probabilmente con l'intento di sottolineare proprio la natura trasversale del processo di RM. Le caratteristiche fondamentali di questo “nuovo paradigma” di risk management possono essere brevemente illustrate in Figura 1.6.

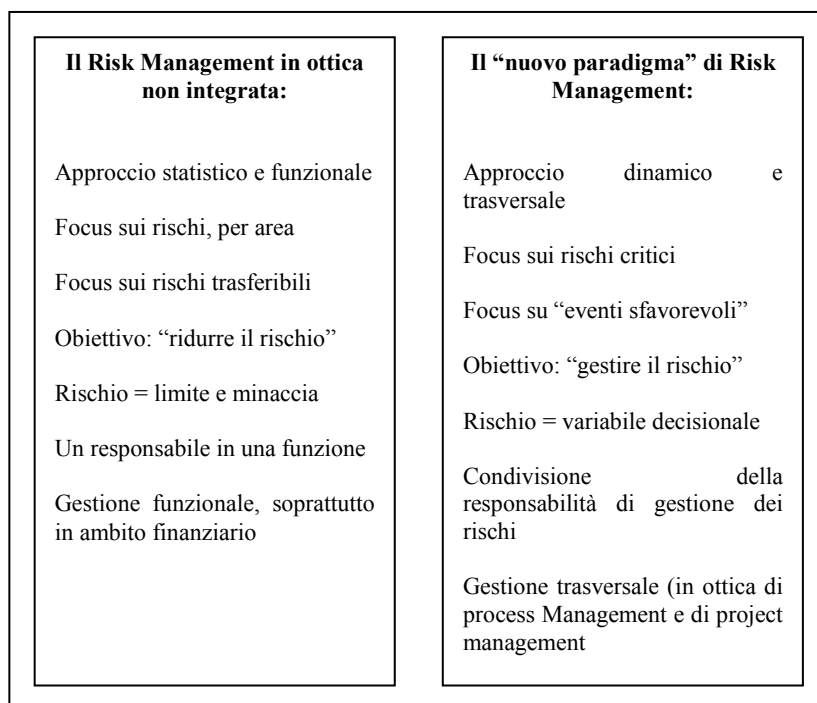


Figura 1-6: Il “nuovo paradigma” di Risk Management

Possiamo quindi concludere dicendo che i due filoni di risk management attualmente più diffusi e che si fondano rispettivamente sugli approcci “*financial-based*” e “*business-based*” sono l'*Enterprise Risk Management* e l'*Organizational Risk Management*.

Il termine Enterprise-Risk Management (ERM) è stato introdotto per la prima volta agli inizi degli anni Novanta, in particolare con la pubblicazione dell'Internal Control-Integrated Framework (ICIF) e la sua successiva rielaborazione, l'*Enterprise Risk Management Framework*.

L'ERM-framework coglie correttamente la natura trasversale del risk management, tuttavia identifica quali obiettivi strategici del processo quelli propri di una prospettiva di corporate governance e l'internal audit quale centro di responsabilità del risk management. Alcuni autori hanno infatti evidenziato che la connotazione trasversale dell'Enterprise-Risk Management non sarebbe affatto coincidente con una gestione "business oriented" dei rischi. L'aggettivo enterprise sarebbe dunque solitamente utilizzato in dottrina come sinonimo di strategic, in ottica di corporate governance, e gli aggettivi holistic e global evocherebbero invece un approccio di risk management di derivazione assicurativa.

Altri esponenti della dottrina, invece, utilizzano gli aggettivi enterprise, strategic o holistic per sottolineare la valenza trasversale del risk management e il ruolo strategico ed operativo del Chief Risk Officer (CRO). In altri casi, invece, gli autori definiscono come necessario il collegamento tra il CRO e la funzione finanza, quindi con il Chief Financial Officer (CFO). Una ulteriore posizione in letteratura è quella che attribuisce all'internal audit la piena responsabilità o una funzione di supporto nel processo di RM.

Sulla base di tali riflessioni ogni azienda dovrebbe dunque adottare un proprio approccio gestionale, che dipenderà dalle esigenze del mercato e dall'ambiente di riferimento.

1.5 CLASSIFICAZIONE DEI RISCHI

In letteratura sono stati proposti diversi criteri di aggregazione dei rischi, ciò soprattutto in dipendenza della finalità di trattamento del rischio stesso una volta che esso sia stato individuato.

Una prima classificazione dei rischi aziendali può essere effettuata in funzione dei loro eventi scatenanti:

- rischi naturali (alluvioni, terremoti, ...);
- rischi finanziari (variazione dei tassi finanziari, insolvenza dei clienti,...);
- rischi commerciali (politica dei prezzi dei concorrenti, arrivo di prodotti alternativi, nuovi concorrenti,...);
- rischi tecnici (ricorso a nuove tecnologie non ancora consolidate, avarie, ...);
- rischi umani (infortuni, dimissioni, indisponibilità di profili professionali,...);

- rischi economici (variazione dei costi delle materie prime, rinnovi contrattuali,...);
- rischi politici (normative, nazionalizzazioni, clima sindacale, rischio Paese,...).

In una seconda classificazione le categorie descrittive sono rappresentate in funzione dei differenti obiettivi e dei livelli decisionali.

Tabella 1-1: Classificazione dei rischi per obiettivo

Modello	Riferimento	Classi
Risk Management Standard	Livello di interazione (interna ed esterna)	<ul style="list-style-type: none"> • Rischi strategici • Rischi finanziari (ciclo economico-finanziario) • Rischi operativi (processi) • Rischi potenziali (contesto socio-economico)
Strategy Survival Guide ²	Livello decisionale	<ul style="list-style-type: none"> • Rischi esterni (PESTLE – Political, Economic, Socio-cultural, Technological, Legal/regulatory, Environmental) • Rischi operativi (delivery, capacity and capability, risk management performance and capability) • Rischi di cambiamento (change programmes, new projects, new policies)
FIRM Risk Scorecard ³	Area di impatto	<ul style="list-style-type: none"> • Rischi infrastrutturali • Rischi finanziari • Rischi di mercato • Rischi di immagine

Un'altra classificazione è quella che vede l'azienda come elemento centrale del rischio. Ogni evento potenzialmente dannoso va ad impattare un'area sensibile dell'impresa ed in base a tale area vengono raggruppati i fattori che hanno possibilità di sviluppo nocive all'azienda stessa.

² UK Prime Minister's Strategy Unit, *Strategy survival guide*

³ Information Security Forum, *Fundamental Information Risk Management (FIRM)*, ISF

La prima considerazione è quindi sul ruolo di impatto dei rischi, che vede l'impresa come centro di destinazione di qualsiasi evento dannoso ed anche contemporaneamente fulcro, come vedremo meglio nel seguito, delle azioni mirate al contrasto dei rischi e realizzate tramite le tecniche di risk management.

La classificazione dei rischi aziendali in base alla tipologia di impatto è dunque la seguente:

- **rischi strategici:**
 - strategie adeguate consentono all'impresa di raggiungere gli obiettivi di business definiti;
 - rischi inerenti alle strategie adottate e definizione del livello di rischio appropriato;
 - rischi inerenti modelli di business innovativi;
- **rischi operativi:**
 - rischi inerenti a processi utilizzati nell'implementazione di strategie e sistemi di identificazione, quantificazione e gestione dei rischi;
 - gestione del cambiamento dei processi e impatto dei rischi relativi;
- **rischi finanziari:**
 - rischi per risorse finanziarie impiegate, eccessive per supportare i processi operativi;
 - rischi per investimenti e assunzione di passività, eccessive per supportare i processi operativi;
- **rischi di immagine:**
 - identificazione dei rischi legati al marchio, all'immagine e alla reputazione dell'impresa;
- **rischi derivanti da normative e regolamenti:**
 - rischi legati al rispetto della normativa e dei regolamenti nonché impegni assunti (anche contrattualmente e di natura non finanziaria);
- **rischi di gestione delle informazioni:**
 - rischi per affidabilità, disponibilità e adeguatezza dei dati, delle informazioni e delle conoscenze;
 - rischi dei sistemi informatici;
 - rischi legati alla sicurezza e alla riservatezza delle informazioni;

- **rischi emergenti:**

- rischi non ancora emersi ma che possono impattare l'impresa (ad esempio nuovi concorrenti, modelli di business alternativi o emergenti, rischi di recessione, relazionali, di outsourcing, politici, dissesti finanziari, crisi o eventi esterni).

Come si può osservare nella figura 1.7, le tipologie di rischio implicate in una qualsiasi attività imprenditoriale sono tante e tali da richiedere una corretta analisi del contesto di riferimento dell'impresa, poiché esso coinvolge sfere di interesse strutturate su livelli che si estendono anche al di fuori della realtà organizzativa/produttiva.

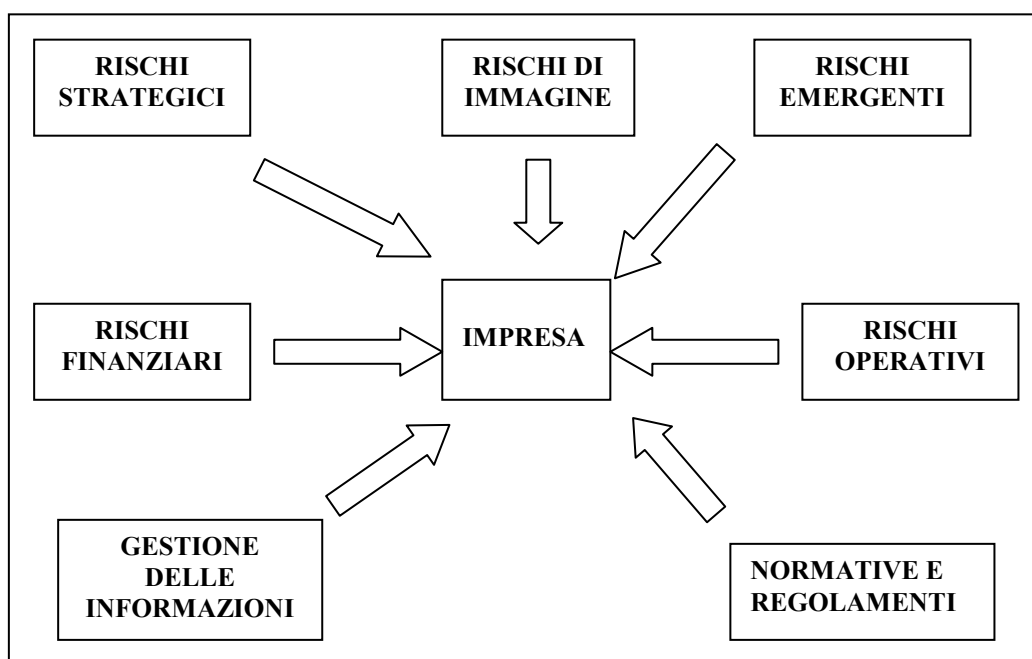


Figura 1-7: L'impresa come elemento centrale dei fattori di rischio

Difatti una realtà aziendale che voglia tener conto dei propri fattori di rischio⁴ non può limitarsi all'analisi delle sole variabili coinvolte all'interno delle proprie procedure e dei propri processi, essendo essa calata in un ambiente che direttamente o indirettamente influisce in maniera continuativa sulla sua struttura. Ciò risulta ancor più vero in virtù del fatto che le dinamiche evolutive del mercato, che hanno presentato nel tempo caratteristiche mutevoli, a volte turbolenti e con contenuti innovativi smisurati in margini di tempo esigui,

⁴ I fattori di rischio sono stati definiti come "caratteristiche interne ed esterne all'organizzazione di riferimento in grado di influenzare il livello di rischio gravante sull'organizzazione stessa"; diversamente da essi le "sorgenti di rischio" rappresentano invece le "cause" di manifestazione dell'evento sfavorevole.

non raggiungono mai un punto di equilibrio definitivo. E poiché ad ogni cambiamento deriva un potenziale rischio risulta imprescindibile dotarsi di un sistema che sappia riconoscere ed opportunamente trattare tali possibilità.

Come precedentemente detto l'influenza dell'ambiente esterno che si ripercuote su di una realtà produttiva avviene su più livelli; possiamo suddividere in diverse sezioni di comodo l'ambiente esterno nell'ottica dei rischi che da essi derivano:

- ambiente economico: determinato dalla concorrenza, variazione dei costi delle materie prime, regime fiscale, inflazione, mercato del lavoro, etc.;
- ambiente politico: determinato dalle normative, situazione sindacale, colpi di stato, classe politica insediata, etc;
- ambiente socio-culturale: inerente la realtà del Paese e dell'area geografica di riferimento;
- ambiente tecnologico: dovuto allo sviluppo di nuove tecnologie;
- ambiente naturale: data la possibilità di terremoti, alluvioni, inondazioni, frane, eruzioni vulcaniche, etc.



Figura 1-8: *Fattori interni ed esterni di rischio*

Alla luce di tali riflessioni lo studio dei rischi risulta particolarmente significativo proprio in contesti dinamici che presentano rilevanti relazioni di causa-effetto tra gli eventi e tra i fattori di rischio; inoltre la natura di tali interconnessioni dipende intimamente dagli obiettivi verso cui i processi si orientano.

1.6 IL PROCESSO DI RISK MANAGEMENT

Il processo di risk management consiste in una serie di passi logici atti ad analizzare, in modo sistematico, i pericoli e i rischi associati che possono insorgere in un'azienda al fine di organizzare gli interventi e il processo operativo di gestione dei rischi, con una serie di fasi successive complementari ed integrate.

La sequenza secondo cui si sviluppa il processo di risk management è la seguente:

1. ***analisi del contesto e definizione del perimetro***: si individua il contesto di riferimento dell'azienda relativamente alla collocazione geografica, nonché socio-economica, ed al settore produttivo di appartenenza per trarre una prima idea sulle tipologie di rischio da considerare;
2. ***identificazione dei rischi***: si determina una mappatura completa dei rischi cui l'azienda è esposta e si effettua una scrematura al fine di selezionare tutti e soli quei rischi su cui esercitare le successive azioni di trattamento;
3. ***valutazione dei rischi***: si effettua una misurazione di ciascun rischio individuato nella fase precedente secondo opportuni criteri di valutazione, in relazione alla probabilità di accadimento dell'evento connesso ed alla gravità che ne scaturisce;
4. ***scelta delle strategie di gestione dei rischi***: si determina l'appropriata modalità di gestione dei rischi e si formula quindi il piano di risk management contenente la combinazione delle tecniche prescelte;
5. ***attuazione delle strategie di gestione dei rischi***: si mettono in atto le misure stabilite con il piano di risk management secondo i criteri scelti nella fase precedente;
6. ***monitoraggio dei rischi***: si monitorano i rischi rimanenti, le possibili variazioni che possono manifestarsi e l'insorgenza di nuovi fenomeni che potenzialmente costituiscano rischi da includere in fase di identificazione;
7. ***riesame al piano di risk management***: si completa un nuovo ciclo come esposto in precedenza e si apportano le modifiche al piano di risk management per ottenerne uno congruente al nuovo profilo di rischio aziendale.

Accanto al processo di risk management articolato nella sequenza di fasi esposta possiamo considerarne uno che deriva dal raggruppamento delle singole attività in relazione all'omogeneità di obiettivi e competenze. Possiamo così individuare quattro macro-fasi che

vanno a costituire la struttura portante del processo, articolato non secondo una stretta e rigida consequenzialità, ma secondo un ciclo che ad ogni passo riformula le decisioni del piano di intervento. Tali macro-fasi, come esposto in figura 1.9, sono: **identificazione, valutazione, gestione, monitoraggio e controllo**.

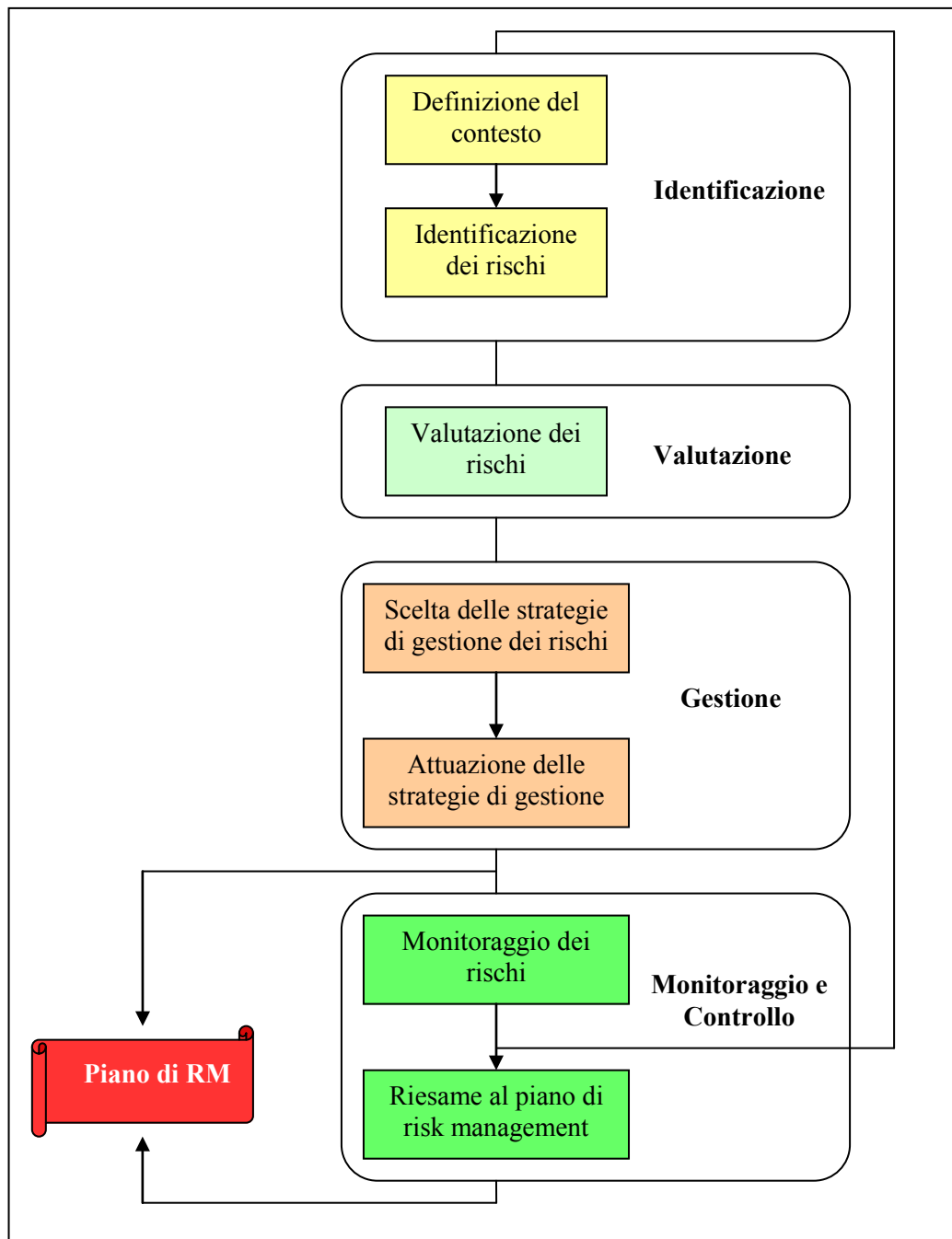


Figura 1-9: Fasi e macro-fasi del processo di Risk Management

1.6.1 Identificazione

L'obiettivo del processo di identificazione (*risk identification*) è la ricerca e l'individuazione dei rischi cui l'azienda è esposta e rispetto ai quali essa voglia esercitare le proprie azioni di trattamento.

L'importanza di questo processo è critica per l'intera strategia di gestione del rischio, in grado di causare, in caso di sottostima, un'inconsapevole ritenzione le cui conseguenze sull'equilibrio economico-finanziario dell'azienda sarebbero amplificate dall'aver allocato le risorse disponibili alla gestione di altri rischi, mentre, in caso di sovrastima, una non ottimale allocazione delle risorse aziendali, sottratte ad impieghi non remunerativi.

Questa attività, da condurre con continuità anche a livello integrato, può essere a sua volta suddivisa in due fasi distinte:

- identificazione iniziale dei rischi: da sviluppare per tutte quelle organizzazioni senza un approccio sistematico e unitario alla gestione dei rischi. Necessaria per ogni nuovo entrante in un network precostituito, aggiorna il meccanismo di identificazione dei rischi dell'intera supply chain che risulterà variato in funzione delle modifiche derivanti dalla nuova configurazione;
- identificazione continua dei rischi: da sviluppare con continuità per aggiornare il profilo di rischio della singola azienda e dell'intera supply chain, tenendo conto della generazione di nuovi rischi o di modificazioni di rischi già individuati.

Caratteristica dell'identificazione è l'impossibilità di adottare un unico modello di riferimento universalmente applicabile, in quanto l'eterogeneità e la rapida evoluzione che caratterizzano ogni singola realtà aziendale consentono di generalizzare solo sotto il profilo metodologico.

Una metodologia di identificazione deve necessariamente soddisfare due diversi ordini di esigenze, fornendo da un lato i necessari strumenti logico-operativi per la ricerca delle informazioni nella realtà, dall'altro precisi criteri di strutturazione delle stesse, al fine di ottimizzare la coerenza informativa tra processi.

Per attuare il processo di identificazione del rischio è necessario definire preliminarmente quale sia l'unità di rischio sottoposta ad analisi: può trattarsi ad esempio di un sistema di imprese, di una singola impresa, di un processo o di un flusso di attività.

L'identificazione è il primo passo per poter definire il profilo di rischio (*risk profile*) dell'organizzazione, al fine di consentire la corretta individuazione delle possibili azioni di gestione, condizione soddisfatta solo qualora la descrizione del profilo di rischio sia in grado di consentire:

- 1) una corretta percezione delle unità di rischio, vale a dire le unità di riferimento potenzialmente in grado di generare eventi sfavorevoli, su cui il processo di gestione deve concentrare le proprie attività di controllo e finanziamento ed il processo di valutazione dell'analisi costi-benefici;
- 2) un'esaustiva descrizione di tutte le cause (i rischi) di eventi sfavorevoli presenti nelle unità di rischio precedentemente individuate, al fine di consentire la scelta tra tecniche di controllo;
- 3) un'esaustiva descrizione di tutte le condizioni in grado di accrescere la possibilità che i pericoli generino eventi sfavorevoli o le conseguenze di questi ultimi, presenti nelle unità di rischio precedentemente individuate, al fine di operare la scelta tra tecniche di prevenzione e protezione e tra tecniche di trasferimento e ritenzione, oltre che di porre le necessarie premesse per la stima delle perdite potenziali e la valutazione dell'impatto;
- 4) una determinazione della tipologia di effetti generati da ogni possibile evento sfavorevole, ancora una volta necessario punto di partenza per la scelta tra tecniche di controllo oltre che per la stima delle perdite potenziali e la valutazione dell'impatto.

Circa il flusso informativo in uscita dal processo di identificazione, questo deve necessariamente essere strutturato in modo da consentire l'univoca descrizione delle unità di rischio che caratterizzano l'azienda, dei pericoli e delle casualità insite in ognuna di esse e della tipologia di danni eventualmente generabili. Il tutto al duplice fine di consentire la completa e corretta individuazione di tutte le possibili azioni di gestione del rischio adottabili e la loro valutazione di convenienza.

Se la definizione di un criterio di strutturazione dell'output può avvenire in modo sufficientemente preciso ed univoco, purtroppo non può dirsi altrettanto circa i criteri di ricerca dell'input. Il risk management, infatti, trae il suo flusso informativo dalla realtà aziendale e dal contesto che la circonda, che essendo sempre in continua ed imprevedibile evoluzione non si prestano all'adozione di un criterio di indagine univoco e di universale applicazione.

Tuttavia, se non è possibile generalizzare sul criterio, è sempre possibile farlo dal punto di vista metodologico, individuando un insieme di conoscenze di base, di strumenti di indagine e di fonti informative in grado di far seguire, di volta in volta ed a seconda delle circostanze, un coerente e strutturato percorso identificativo.

In linea di principio le tecniche di identificazione si possono suddividere in due categorie :

- tecniche discrezionali;
- tecniche statistiche.

Tra le **tecniche discrezionali** troviamo:

- **Checklist:** consiste in un insieme di domande ed elementi da indagare, la cui compilazione è affidata al risk manager o ai membri del suo staff. Ogni punto della checklist mira a richiamare alla mente dell'analista circostanze che possono originare eventi dannosi o aggravarne le conseguenze. La checklist si propone come un mezzo per evitare le dimenticanze in cui possono incorrere anche gli analisti più esperti, costringendoli ad esplorare tutte le situazioni di rischio e/o costringere l'analista, qualora non sia in grado di rispondere ai quesiti in base alle proprie conoscenze, a verifiche dirette della realtà aziendale, dalle quali può scaturire la scoperta di condizioni di insicurezza.
- **Tabelle delle minacce:** consistono in classificazioni degli eventi negativi che possono colpire le risorse aziendali. Tali tabelle, che costituiscono uno schema logico di partenza, sono preziose per l'analista, il quale se ne può servire come mezzo di individuazione delle minacce, controllando se gli eventi indicati rappresentano o meno un concreto rischio nell'azienda.
- **Interviste:** meeting con soggetti in possesso di informazioni significative per l'identificazione dei rischi. Le interviste possono essere formali, in cui i temi da trattare sono predefiniti e informali, dove il colloquio non segue uno schema programmato. Le persone in grado di offrire contributi preziosi sono numerose: top manager, tecnici, caporeparto, dipendenti di basso livello, direttori, ecc.
- **Ispezioni:** analisi in loco delle aree ove si svolgono le operazioni aziendali, da condurre durante il normale orario di lavoro, possibilmente senza preavviso. Le ispezioni rappresentano uno dei modi più convenienti per accertare variazioni nelle situazioni di rischio rispetto a precedenti identificazioni.

- **TOR (Teck/tic of Operations Review):** tecnica di analisi guidata e sequenziale delle ragioni a causa delle quali l'organizzazione non ha saputo impedire l'accadimento indesiderato. L'analisi viene condotta attraverso una tavola. La "TOR" spiega l'evento come effetto degli errori e delle negligenze manageriali. Anche i cedimenti strutturali, gli eventi naturali ed ogni incidente che appare indipendente dall'uomo sono comunque ritenuti riconducibili a comportamenti malaccorti del management, che non sa prevederli, prevenirli e reagire appropriatamente quando accadono. Gli errori degli operatori di basso livello vengono comunque ignorati, perché reputati una componente normale ed ineliminabile di qualunque attività. Per tale motivo nella TOR analysis sono prese in considerazione esclusivamente le azioni del personale dirigente, dei responsabili della sicurezza e dei gradi intermedi, purché siano dotati di una minima autonomia di scala.
- **MES (Multilinear Events Sequencing):** tecnica per la realizzazione grafica dei fattori che hanno contribuito al realizzarsi dell'evento. L'utilità del MES è principalmente di tipo interpretativo. Gli elementi esplicativi dell'evento devono essere stati già raccolti in precedenza. Il valore aggiunto dei grafici consiste nel miglioramento della leggibilità del materiale informativo, nella evidenziazione delle relazioni e nella facilitazione della ricostruzione causale.
- **Diagrammi causa-effetto:** rappresentano lo strumento più semplice e nello stesso tempo più efficace per studiare le relazioni che ci consentono di studiare il problema. Il fondamento di tale strumento è quello di usare continuamente la parola "perché", ossia domandarsi continuamente la ragione di una certa situazione o fenomeno e procedere a ritroso ponendo questa domanda più volte. L'analisi causa-effetto nel suo significato più completo è il processo che parte dalla definizione più precisa dell'effetto che vogliamo studiare e, attraverso la fotografia della situazione, permette di fare un'analisi delle vere cause che influenzano l'effetto in esame.

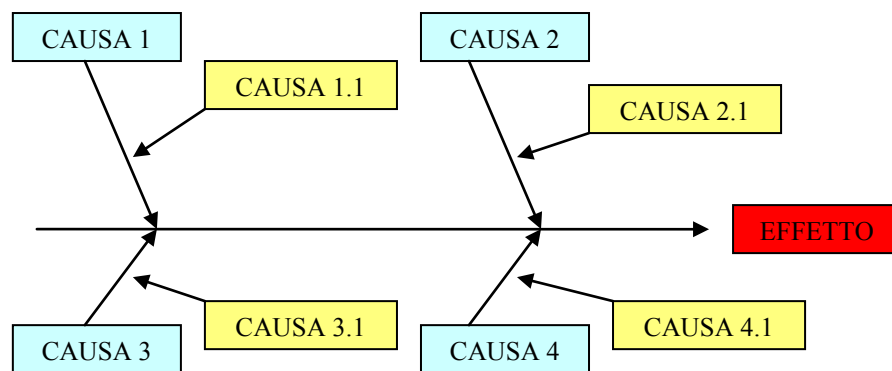


Figura 1-10: Diagramma causa-effetto

- **Diagrammi di flusso:** detti anche flow chart, sono rappresentazioni schematiche e strutturate di flussi (di materiali, di informazioni, di persone,...) caratterizzanti una specifica area aziendale o una sua parte. Il flow chart è un notevole supporto nell'individuazione delle unità di crisi, poiché pone in risalto i “nodi” critici e può rivelarsi ancora più proficuo se arricchito con analisi del tipo “what if?”, volta ad evidenziare diverse eventualità. La tecnica del “what if?” prevede, in generale, la costruzione di un apposito team di persone che abbiano una certa familiarità con il processo esaminato. Ogni membro procede alla formulazione di domande del tipo “cosa succede se...?” e dalle risposte si giunge ad identificare i possibili disagi.
- **HAZOP (Hazard and Operability Study):** strumento di indagine mutuato dall'ingegneria chimica, che consente, attraverso l'applicazione di una griglia standard di analisi, un'articolata previsione di possibili evoluzioni future di particolari unità di rischio, evidenziandone le cause (pericoli e casualità), le conseguenze (effetti prodotti) e le possibili azioni di controllo.
- **FTA (Fault-tree analysis):** detto anche albero degli errori, è un diagramma simbolico che descrive le relazioni di causa ed effetto intercorrenti tra un evento ed i fattori che lo hanno determinato ed i rapporti di concatenazione esistenti tra i fattori causanti stessi. Caratteristica principale di tale tecnica è la capacità di indagare a ritroso un particolare evento, chiamato “evento principale”, risalendo alle evenienze che lo precedono causalmente con un dettaglio sempre maggiore.

- **Diagrammi di contesto:** permette, attraverso un'analisi grafica, di determinare i rischi di un determinato progetto in rapporto all'ambiente nel quale il progetto si sviluppa. Il grafico si sviluppa in zone che rappresentano l'intersezione tra due modalità diverse di sezionamento del cerchio che sono gli spicchi e le corone circolari. All'interno delle varie zone vengono collocati gli elementi di criticità che possono essere di due tipi: fattori (entità inanimate senza facoltà di decisione o azione) e soggetti (entità che hanno facoltà di compiere od omettere azioni rilevanti per la riuscita del progetto).

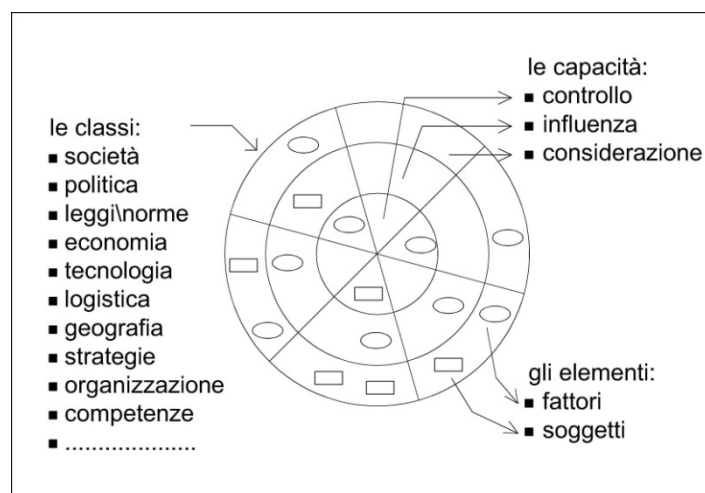


Figura 1-11: Diagramma di contesto

Tra le *tecniche statistiche*, invece, troviamo:

- **Diagramma di Pareto:** metodologia grafica per individuare i problemi importanti nella situazione presa in esame e quindi le priorità d'intervento. L'obiettivo è di sviluppare una mentalità atta a comprendere quali siano le cose più importanti per potersi concentrare solo su di esse. Tale tecnica può essere utile per i problemi di qualità (sinistri, difettosità e loro costi). Se le cause dei sinistri e dei difetti vengono individuate, si può abbattere gran parte dei costi legati ad essi, concentrandosi su queste cause particolari e lasciando per il momento da parte quelle di secondaria importanza.
- **Matrici causa-effetto:** metodologia per indicare quali e quante siano le variabili di input che pesano di più sulla qualità dell'output, sia in termini di frequenza e gravità di danni che di efficienza di processo attraverso relazioni di tipo quantitativo. In questo modo si ottiene un ordine di importanza per gli input, evidenziabile con un diagramma di Pareto, che agevola l'individuazione di possibili cause nella procedura FMEA.

- **FMEA (Failure Mode and Effect Analysis):** si esaminano in maniera sistematica tutti i modi in cui un guasto o un incidente si può verificare, e per ciascuno di loro è fatta una stima degli effetti attraverso tre indici che ne definiscono la severità (SEV), la frequenza di accadimento (OCC) e la capacità di rilevazione (DET). I tre indici, valutati attraverso una scala numerica, sono combinati per definire un unico indice: RPN (Risk Priority Number) che dirige la pianificazione del miglioramento:

$$RPN = SEV \times OCC \times DET \quad (1.3)$$

Lo scopo di questa analisi è identificare le azioni correttive necessarie per prevenire gli incidenti o meglio più genericamente i danni all'azienda, assicurando una più alta qualità del prodotto ed una migliore affidabilità del processo. Il concetto alla base di questo modello è: identificare i motivi per cui il processo può guastarsi con conseguenti danni, onde pianificare lo stesso per evitare che si guasti.

Le tecniche di identificazione dei rischi si adattano di volta in volta ai diversi obiettivi di indagine ed ai *concept* di risk management e la selezione deve essere fatta in relazione all'obiettivo di analisi ed al tipo di rischio che si intende indagare.

I risultati delle attività di identificazione è opportuno che vengano gestiti, in un'opportuna fase di descrizione (risk description), mediante un apposito supporto informativo che, sulla scia delle esperienze già maturate nella gestione ambientale di impresa (registro degli aspetti ambientali e degli impatti significativi), può configurarsi sotto forma di un vero e proprio *registro dei rischi*. In funzione della dimensione delle aziende coinvolte e dell'articolazione del network, il supporto documentale può, di conseguenza, assumere differenti forme al fine di migliorare la condivisione delle informazioni e aumentare l'efficienza di gestione:

- tabella riepilogativa dei rischi;
- insieme di schede;
- portale web.

Da non dimenticare, quando i rischi sono a qualsiasi titolo associati a disposizioni di legge, l'importanza di dotarsi di un ulteriore registro, il *registro della normativa di riferimento*, il cui continuo aggiornamento risulta essere un elemento critico al fine di assicurare la conformità (*compliance*) aziendale.

Inoltre, qualunque sia la soluzione adottata per la descrizione questa è da intendersi come dinamica, dovendo essere completata con le informazioni elaborate nell'ambito delle diverse fasi del risk management e aggiornata in funzione dei cambiamenti di contesto, all'interno delle aziende e del network.

Le informazioni minime da inserire nella scheda di descrizione possono essere sintetizzate come riportato nella tabella 1.2.

Tabella 1-2: Scheda di descrizione del rischio

<i>Denominazione dell'evento/rischio</i>	Carattere identificativo dell'evento o del rischio
<i>Codice di identificazione</i>	Codifica dei rischi al fine di poter associare informazioni ed effettuare confronti e valutazioni
<i>Normativa di riferimento</i>	Normative di riferimento al fine di assicurare la compliance aziendale
<i>Collocazione del rischio</i>	Azienda, sito, processo, attività interessati
<i>Causa</i>	Individuazione della cause di primo livello e di quelle di secondo o terzo livello
<i>Conseguenza</i>	Descrizione delle conseguenze e degli impatti diretti e indiretti
<i>Meccanismi di controllo del rischio</i>	Controllabilità del rischio con riferimento all'affidabilità di strumenti, metodologie e protocolli di controllo dei rischi
<i>Responsabilità di controllo</i>	Individuazione del responsabile delle attività di controllo e monitoraggio
<i>Categoria del rischio</i>	Riferimento alla classificazione adottata
<i>Stakeholder coinvolti</i>	Individuazione delle parti interessate e del loro grado di coinvolgimento
<i>Obiettivo/i collegato/i</i>	Identificazione degli obiettivi collegati e loro classificazione di contesto (supply chain, azienda, funzione, persona) e di livello (strategico, tattico, operativo)

1.6.2 Valutazione

La valutazione del rischio si propone l'individuazione quantitativa delle perdite che l'impresa può attendersi a causa degli eventi sfavorevoli ai quali sono esposti i beni e le persone costituenti l'azienda, consentendo di costruire classifiche di priorità di intervento in un'ottica di allocazione ottimale delle risorse aziendali. La stima del valore dei rischi rappresenta il punto da cui prendono origine e si incardinano i problemi relativi alle decisioni inerenti le modalità di trattamento delle situazioni di rischio. Fissati, infatti, gli obiettivi di tollerabilità del rischio specifici dell'azienda, la valutazione delle eventuali esposizioni permette di effettuare una scelta ponderata tra varie opportunità di azione. La conoscenza del possibile ammontare derivato dal danno è la base di riferimento per prendere la decisione più congrua tra le opzioni fondamentali: accettare il rischio, adottare misure adeguate a fronteggiare il rischio. L'impiego di risorse aziendali destinate ad eliminare o mitigare il rischio deve essere giustificato con un'attenta analisi di convenienza che metta in luce i costi e i benefici connessi alle due ipotesi formulate.

Il rischio è una realtà del tutto concettuale ed immaginaria che non si presta a misurazioni di tipo tradizionale; la sua valutazione è un'approssimazione di quantità che non possono essere perfettamente conoscibili. Misurare il rischio significa quantificare la possibilità che trovi realizzazione un potenziale evento dannoso conseguente all'esposizione di un pericolo. Sulla base di tali considerazioni, si può dire che la fase di misurazione consiste nell'individuare, per una determinata unità di rischio e per un determinato intervallo di tempo, posto normalmente pari ad un anno, le caratteristiche dei singoli rischi descritti nella precedente fase di identificazione, ossia:

- *frequenza*: esprime il numero di volte in cui un evento si ripete nel periodo di tempo considerato;
- *gravità o severità*: esprime l'entità dei danni che ogni singolo sinistro provocherebbe materializzandosi nell'arco di tempo;
- *perdite potenziali*: costituiscono l'ammontare totale delle perdite riconducibili al rischio in esame subite nel periodo di tempo di riferimento.

Tali caratteristiche possono essere quantificate attraverso tecniche riconducibili a due macro-categorie:

- tecniche di natura statistica;
- tecniche di natura discrezionale.

Le **tecniche di natura statistica** indicano metodologie che fanno ricorso alle regole della statistica inferenziale⁵ e sono applicabili nei casi in cui le informazioni storiche riguardo alle passate manifestazioni dei rischio siano sufficientemente numerose ed articolate. Attraverso l'analisi di un limitato numero di osservazioni di partenza, denominato campione, si deducono gli andamenti più generali di una popolazione, intesa come l'insieme degli elementi in cui si manifestano i fenomeni sui quali si vogliono ottenere informazioni.

Nel risk management il campione è costituito dai dati relativi al comportamento passato del rischio da misurare e la popolazione è rappresentata da tutte le possibili manifestazioni del rischio, includendo anche quelle future. La conoscenza del comportamento passato di un certo rischio, rappresentato da una serie storica⁶, serve per dedurre la frequenza e la gravità con cui gli eventi si produrranno nel futuro.

Il processo logico di tali tecniche è il seguente:

1. raccolta delle informazioni circa le passate manifestazioni del rischio;
2. costruzione delle distribuzioni di probabilità delle variabili aleatorie: frequenza, gravità e perdite annue;
3. utilizzo delle distribuzioni di probabilità per la valutazione di scelte alternative di gestione.

L'individuazione di uno specifico indicatore di sintesi, rappresentativo della portata di rischio esaminato, costituisce uno strumento di indubbia utilità per la scelta delle modalità del trattamento del rischio. La *maximum probable yearly aggregate loss*, indicata brevemente con la sigla MPY, concentra in un unico valore la quantificazione della portata del rischio da valutare ed anche i possibili scostamenti rispetto alla media del campione.

MPY è una misura dedotta dalla distribuzione di probabilità delle perdite totali annue e rappresenta l'ammontare massimo raggiungibile di perdite annue dato un certo margine di errore [11]. Ad esempio, l'MPY al 98% di probabilità (o, come si usa dire in statistica, di confidenza) pari a 100 euro significa che la probabilità che l'ammontare dei sinistri all'anno

⁵ Metodologia di generalizzazione dei risultati offerti da rilevazioni compiute su una porzione dell'universo dei fenomeni oggetto di studio.

⁶ Una serie storica è l'elenco ordinato di eventi manifestatosi in un certo periodo, in cui è riportato il numero e l'ammontare delle conseguenze.

in considerazione superi la cifra citata è pari al 5%. Attualmente, l'evoluzione dei sistemi informatici e la possibilità di ottenere simulazioni di tipo Monte Carlo, in modo agevole e poco dispendioso, permette di individuare qualsiasi livello di MPY immediatamente.

Le **tecniche di natura discrezionale** si avvalgono di criteri di valutazione basati sull'elaborazione personale e sull'esperienza e sono fondamentali nei casi in cui i dati storici siano carenti. Esse si possono dividere in tre categorie:

- *tecniche qualitative*: la frequenza e l'impatto vengono definite attraverso formule verbali, all'interno di uno spettro definito di possibilità;

Tabella 1-3: Matrice di valutazione qualitativa

Frequenza	Pressoché	Lieve	Moderata	Definita
Rischi	Nulla			
AAA				
BBB				

- *tecniche semi-qualitative*: anche in questo caso la frequenza e l'impatto vengono espressi in giudizi qualitativi, che vengono però trasformati in quantità attraverso sistemi di punteggi o funzioni matematiche;

Tabella 1-4: Determinazione semi-qualitativa della frequenza e dell'impatto

GIUDIZIO	PUNTEGGIO
Inverosimile	1,0 – 1,5
Improbabile	1,5 – 2,5
Possibile	2,5 – 3,5
Probabile	3,5 – 4,5
Certo	4,5 – 5, 0

- *tecniche quantitative*: la severità e la frequenza vengono espresse subito come quantità, frutto di giudizi personali strutturati, maturati eventualmente attraverso un lavoro di team.

La scelta della metodologia più adatta è necessariamente legata all'obiettivo che si vuole raggiungere e alla quantificabilità oggettiva delle diverse categorie di rischi. La gestione del rischio non può, comunque, considerarsi il frutto della mera applicazione di algoritmi e modelli statistici o di deduzioni e considerazioni qualitative: queste tecniche rappresentano il mezzo attraverso cui il risk manager costruisce un riferimento teorico ed analitico su cui poter fondare il sistema decisionale di risk management.

Due sono gli output più significativi dell'analisi e della valutazione dei rischi che determinano le linee di indirizzo che le organizzazioni assumeranno nelle fasi di gestione e trattamento:

- *il profilo di rischio;*
- *il livello di propensione al rischio.*

Entrambi possono essere opportunamente gestiti nell'ambito di uno stesso documento e integrati nel registro dei rischi.

Il profilo di rischio, che in prima istanza può essere impostato dopo l'attività di analisi, viene definito compiutamente solo a valle del completamento della valutazione dei rischi in quanto rappresenta, a tutti gli effetti, il livello complessivo di esposizione dell'organizzazione, definendo in maniera compiuta:

- la complessità dei rischi da gestire;
- l'ordinamento in funzione dell'entità e della significatività di ciascuno dei rischi individuati;
- la suddivisione dei rischi sia per azienda (aree, funzioni, persone) sia per livelli (livelli della supply chain, livelli decisionali);
- l'insieme delle azioni di trattamento e gestione del rischio.

Ne consegue che, quando si parla di profilo di rischio, si può con questo termine fare riferimento a differenti profili:

- *profilo di rischio lordo: il livello di esposizione nell'ipotesi che non vengano adottate misure di trattamento o gestione del rischio;*
- *profilo di rischio netto: il livello di esposizione valutato con riferimento alle misure di trattamento o gestione del rischio in essere (sotto l'ipotesi che queste risultino efficaci);*

- profilo di rischio netto futuro: il livello di esposizione valutato con riferimento a tutte le misure di trattamento o gestione del rischio rese operative.

La definizione del livello di propensione al rischio è uno dei risultati fondamentali del processo di valutazione; se da un lato è opportuno che tale analisi sia sviluppata prima di procedere all'identificazione (il cui livello di accuratezza può e deve dipendere anche dalla propensione al rischio di un'organizzazione), dall'altra è assolutamente necessario che sia noto comunque, prima di assumere qualsiasi decisione in merito al trattamento.

In ogni caso, le considerazioni associate variano in funzione del fatto che il rischio in esame si potrà configurare in due modalità differenti:

- *minaccia*: il livello di propensione definisce il riferimento per il livello di esposizione considerato tollerabile dall'organizzazione e giustificabile in termini di costi finanziari o di altro tipo;
- *opportunità*: si valuta quanto l'organizzazione è disposta a rischiare per conseguire il beneficio in questione, confrontando il valore potenziale, finanziario e non, con le relative perdite derivanti dal suo conseguimento o mancato conseguimento.

Definita la propensione al rischio sarà poi possibile gestirla attraverso la definizione di meccanismi di delega e rafforzamento delle capacità di decisione dei diversi livelli di management, fissando i limiti di assunzione di responsabilità in chiave dinamica e in funzione dei costi derivanti e delle condizioni al contorno.

Ferma restando la necessità di definire il livello di propensione al rischio, rimane inteso che non tutti i rischi sono eliminabili o completamente gestibili, come nel caso di disastri naturali e attacchi terroristici. In queste evenienze le aziende ricorrono, in genere, alla definizione di piani di emergenza.

Nell'ambito di una supply chain sarà inoltre possibile e opportuno sviluppare tale analisi ai diversi livelli del network; si parlerà quindi di:

- propensione al rischio della supply chain: ammontare del rischio complessivo ritenuto appropriato per la configurazione del network in esame e definito a livello di accordi strategici per le diverse aree critiche della rete;
- propensione al rischio degli agenti: ammontare del rischio complessivo ritenuto appropriato per la singola organizzazione in esame e definito per le diverse aree

critiche dell'azienda in questione, con riferimento agli accordi in essere (strategici, tattici e operativi) a livello di network;

- propensione al rischio di singoli progetti: ammontare del rischio complessivo ritenuto appropriato per progetti aziendali e di network di particolare rilevanza che determinano cambiamenti significativi nella struttura di business della singola azienda o della rete (progetti speculativi, progetti critici con riferimento alla missione aziendale, progetti di sviluppo).

1.6.3 Gestione

Il lavoro di analisi del rischio sviluppato nelle fasi di identificazione e di valutazione trova il suo sbocco nella fase decisionale, in cui si determina la scelta delle forme di intervento volte a ridurre i rischi o ad attenuare l'impatto economico-finanziario dei loro effetti. Ridurre il rischio significa intervenire sulle due dimensioni che lo definiscono, cioè la frequenza e la gravità. Attenuare gli effetti significa agire in modo da creare le premesse affinché, dopo che l'evento dannoso si sia eventualmente verificato, risulti ridotta l'incidenza economico-finanziaria della perdita che esso comporta.

Per raggiungere tali scopi sono disponibili vari strumenti, che, fondamentalmente, vengono classificati come:

1. tecniche di controllo;
2. tecniche di finanziamento.

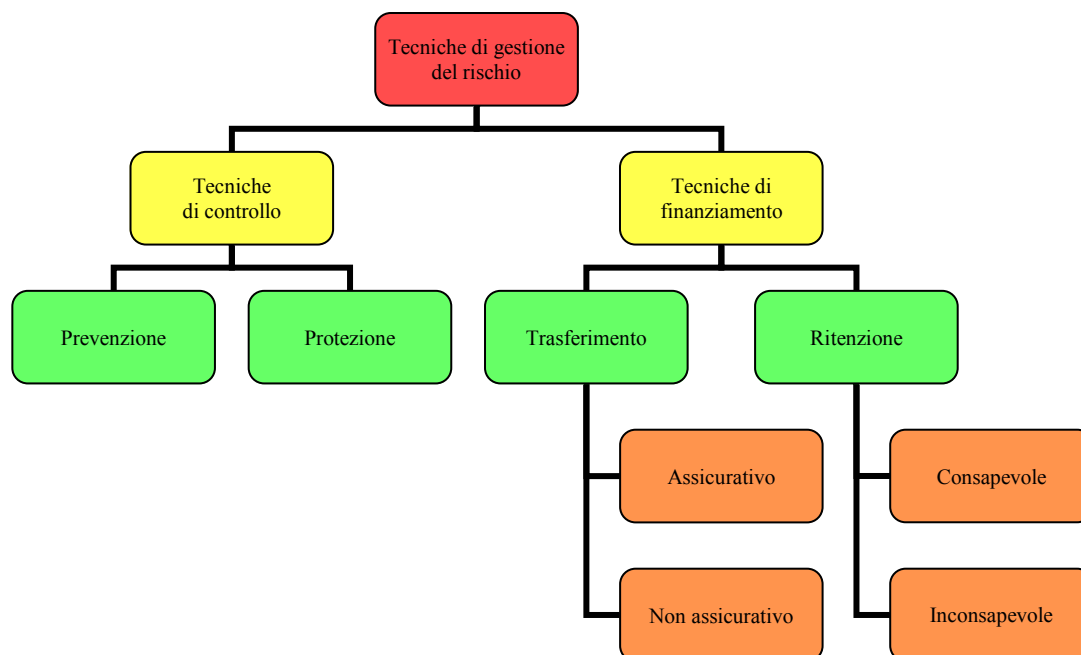


Figura 1-12: *Classificazione delle tecniche di gestione*

Le **tecniche di controllo** agiscono direttamente sulle caratteristiche del rischio (impatto e frequenza). Tra esse si distinguono quelle che mirano ad impedire il verificarsi dell'evento dannoso (*prevenzione*) e quelle che, una volta che l'evento si sia verificato, cercano di minimizzare gli effetti sulle strutture e sulle operazioni aziendali (*protezione*).

La prevenzione e la protezione del rischio possono essere riunite sotto l'unica denominazione di *loss control* in base alle caratteristiche e alle modalità di impiego sostanzialmente simili. Le modalità del *loss control* possono essere suddivise in tre grandi aree: *safety*, *security* e *crisis management*.

La prima concerne la sicurezza del lavoro, con competenze che frequentemente vengono estese alla protezione degli impianti e dei luoghi da ogni evento accidentale.

La seconda si interessa invece alla costituzione di difese contro gli eventi dolosi di origine interna ed esterna.

La terza area, indipendente rispetto a *safety* e *security* è dedicata alla gestione della risposta aziendale ad eventi molto gravi, di qualunque genere essi siano.

Le tre aree possiedono un'ampia varietà di tecniche, le quali possono essere comunque ricondotte a tre categorie molto generali:

- attrezzature di sicurezza: formate dagli impianti, dalle protezioni, dai congegni e da ogni altro oggetto fisico posto a difesa di beni, persone ed operazioni. Ne costituiscono un esempio gli indumenti protettivi e le porte blindate;
- procedure: sono, in generale, disposizioni che regolano il compimento delle varie operazioni o impongono lo svolgimento di certe attività. Le procedure possono essere usate per regolare lo svolgimento di operazioni critiche dal punto di vista della sicurezza. Ad esempio, gli indumenti protettivi sarebbero inutili se non esistesse un obbligo formale di indossarli, nonché dei controlli sul rispetto dello stesso;
- formazione alla sicurezza: si tratta dell'addestramento dei dipendenti circa i comportamenti prudenti e quelli imprudenti, al fine di minimizzare il contributo del fattore umano al verificarsi degli eventi dannosi. La formazione cerca di trasferire all'interno dell'azienda la "cultura della sicurezza", ossia di un atteggiamento contraddistinto da forte avversione al rischio, propensione alla cura della propria postazione di lavoro, capacità di notare autonomamente le situazioni di pericolo e disponibilità a segnalarle ai superiori.

Le ***tecniche di finanziamento*** agiscono una volta che l'evento si sia manifestato e abbia prodotto i suoi danni per ridurre gli effetti economici del danno, sottraendo all'azienda le conseguenze finanziarie che ne deriverebbero. Esse, pertanto, non hanno alcuna incidenza sulla frequenza o sulla gravità del rischio e sono strumenti d'intervento che esplicano i loro effetti reintegrando le perdite solo dopo che queste si sono effettivamente determinate. Tali tecniche si distinguono in due forme:

- trasferimento;
- ritenzione.

Le ***tecniche di trasferimento*** comportano azioni tese a salvaguardare ed a proteggere l'impresa dagli effetti economico-finanziari generati dalla realizzazione di eventi dannosi. Esse trasferiscono mediante accordi contrattuali o acquisto di coperture assicurative, ad altri soggetti economici, l'onere derivato dalle conseguenze dei sinistri.

Il trasferimento può essere di due tipi:

- *assicurativo*;
- *non assicurativo*.

“L’assicurazione è il contratto con il quale l’assicuratore, verso pagamento di un premio, si obbliga a rivalere l’assicurato, entro i limiti convenuti, del danno a esso prodotto da un sinistro, ovvero a pagare un capitale o una rendita al verificarsi di un evento attinente la vita umana”⁷.

Una delle principali motivazioni per cui l’assicurazione occupa una posizione centrale nel risk management è la possibilità di ridurre il livello di incertezza, in quanto l’eventualità di subire danno e la conseguente perdita, viene finanziariamente eliminata.

Il trasferimento del rischio ad una compagnia assicuratrice è un metodo per tutelare l’azienda che presenta, rispetto agli altri, il vantaggio di poter essere applicato ad un maggior numero di situazioni, di essere combinabile con altre tecniche, di garantire maggiori certezze circa l’effettiva riduzione dell’impatto subito.

Le considerazioni fatte, però, non devono portare alla convinzione, sbagliata, che sia possibile assicurare qualsiasi tipo di rischio.

Le caratteristiche in base alle quali un rischio è assicurabile sono riassumibili in:

- l’esistenza di un numero sufficientemente grande di unità abbastanza omogenee ed indipendenti;
- l’evento deve essere casuale e fortuito;
- ogni perdita deve essere determinabile nel tempo, luogo, causa ed ammontare;
- la perdita attesa deve essere valutabile con un sufficiente grado di credibilità.

È d’obbligo una riflessione: se da un rischio derivasse ogni anno una perdita sempre pari a quella attesa, non ci sarebbe motivo di assicurarsi, poiché il premio di polizza è sempre superiore al valore atteso dei danni. In realtà, la perdita oscilla, talvolta, in modo non accentuato. Tale variabilità viene, però, quasi annullata dall’assicuratore che aggrega molte esposizioni simili delle quali, solo alcune in un certo periodo genereranno perdite.

Il *trasferimento non assicurativo* è il metodo con cui un rischio o le sue conseguenze vengono trasferite ad altri soggetti. Ha lo scopo di creare le condizioni affinché all’atto del verificarsi dell’evento sfavorevole l’impresa possa rivalersi su altri per ottenere una reintegrazione delle perdite subite.

L’attuale tendenza al decentramento produttivo, che tende a trasformare il produttore in un “assemblatore”, impone un controllo costante delle situazioni di collaborazione ricercando

⁷ La definizione è tratta dal Codice Civile, Libro Quarto: Delle Obbligazioni, Capo XX, art.1882.

soluzioni su vari versanti, quali la contrattualistica, la determinazione delle responsabilità. Una forma di salvaguardia della propria azienda, nel caso di cessione della produzione ad un subappaltatore, è l'introduzione, nel relativo contratto, di forme di tutela.

Per esempio, si possono includere accordi secondo cui il subfornitore si assume il rischio di responsabilità connesso ai difetti di produzione; in questo caso, il trasferimento non modifica la locazione del rischio, ma l'impresa committente può avvalersi della rifusione delle perdite.

La **ritenzione** è lo strumento attraverso cui un'azienda, mediante una pianificazione finanziaria, procede all'assunzione in proprio del rischio per la sua copertura parziale o totale.

Possiamo distinguere due tipi di ritenzione:

- *consapevole*;
- *inconsapevole*.

Nelle situazioni caratterizzate da uno stato di ignoranza riguardo all'esistenza di un rischio causato dalla mancata identificazione o dalla sottostima di un rischio identificato o, ancora, dalla sopravvalutazione dell'efficacia degli interventi intrapresi si attua, di fatto, una ritenzione inconsapevole (detta anche passiva). Si attuerebbe, invece, una ritenzione consapevole (attiva) tutte le volte che la decisione di assunzione in proprio del rischio e la conseguente ricerca di un mezzo per il suo finanziamento rappresentano il risultato di una ponderata procedura di identificazione, misurazione e confronto tra tecniche alternative di trattamento. Quest'ultima non è del tutto condivisibile come tecnica di risk management, nello sviluppo del quale non può rientrare un atteggiamento di passività e di inerzia verso i rischi.

Ritenere significa rinunciare a contrastare il rischio nelle sue componenti determinanti preferendo contrastare gli effetti. Accettata la possibilità di un danno monetario, compito del risk manager diventa quello di minimizzare l'eventuale impatto sull'equilibrio finanziario, per evitare che possa trasformarsi in un impedimento all'alimentazione delle normali attività aziendali.

Seguendo questo percorso logico deve essere ritenuto inscindibile il legame tra ritenzione e pianificazione finanziaria. La mancanza di pianificazione determinerebbe una forte irregolarità nell'andamento dei risultati economici, vincolati all'eventualità della

realizzazione del rischio. Inoltre, l'esclusione dalla programmazione delle uscite comporterebbe la grande difficoltà di dover predisporre un piano d'intervento solo nel momento della concretizzazione del danno, generando un ritardo nel ripristino della situazione di regolare attività con tutti i conseguenti costi aggiuntivi.

Tra i metodi di finanziamento della ritenzione, che sono numerosi ed eterogenei, ne citiamo due. Il primo consiste in un metodo di relativa facilità per finanziare i rischi ed è quello di tenere conto delle perdite preventivate in sede di programmazione ed incorporare la previsione dei costi all'atto della formulazione dei budgets operativi. Mentre, nel secondo metodo, si tratta il caso di eventi suscettibili di fluttuazioni ampie, e consiste in una auto-assicurazione, che genera la costituzione di un fondo di liquidità alimentato con accantonamenti annui con cui l'impresa si garantisce la possibilità di far fronte alle perdite dovute ad eventi dannosi: l'impresa si trasforma, in scala ridotta, in un'assicurazione.

La ritenzione è comunemente attuata in combinazione con altre tecniche dato che non esiste quasi alcun rischio che non venga, in qualche misura, ritenuto, data l'intrasferibilità e l'incomprimibilità totali di certe conseguenze indirette. Si fa, in particolare, riferimento a quei rischi che permangono dopo l'impostazione di piani di prevenzione o che, volontariamente o meno, non sono assicurabili.

Le tecniche di finanziamento del rischio si pongono, a seconda dei casi, in una posizione di complementarità o alternativa rispetto a quelle di controllo. Ne rappresentano il logico complemento in quanto un programma di controllo non è in grado, con eccezione di casi particolari, di eliminare completamente il rischio; costituiscono un'alternativa quando le tecniche di controllo non sono economicamente convenienti o risultano inopportune perché in contrasto con la pur necessaria elasticità gestionale. Le azioni di prevenzione e/o di protezione, infatti, benché comportino una riduzione radicale del rischio, presentano un risvolto negativo per il forte impatto sullo svolgimento dell'attività aziendale, modificandola in direzioni che possono contrastare con gli obiettivi di efficienza e flessibilità.

1.6.4 Monitoraggio e Controllo

Il motivo dell'implementazione di tale fase risiede nel fatto che dallo start-up delle attività operative fino alla consegna finale del progetto intercorre normalmente un consistente arco temporale nel corso del quale l'iter realizzativo, prefigurato in fase di pianificazione iniziale, subisce molteplici modifiche a seguito dei continui imprevisti che fatalmente si presentano nella variegata realtà lavorativa.

Tali imprevisti possono portare ad un'alterazione dei vincoli temporali e/o economici relativi alle attività già espletate, con ricadute negative, più o meno consistenti, che possono interessare anche l'intero progetto.

Quindi, così come per un progetto è indispensabile, durante la fase di effettivo sviluppo, procedere alla rilevazione e all'analisi critica di quanto sta realmente avvenendo, è altrettanto fondamentale realizzare un processo di controllo dell'andamento dei rischi identificati, di monitoraggio dei rischi residuali e di identificazione di nuovi rischi, di verifica dell'esecuzione dei piani di riduzione del rischio e di valutazione della loro efficacia nella riduzione del rischio.

Il controllo dei rischi si può attuare scegliendo strategie alternative: implementando un piano di contingenza, prendendo azioni correttive o ripianificando il progetto. I portatori del rischio dovrebbero periodicamente informare il project manager e il risk manager dell'efficacia del piano, delle sue disfunzioni e delle sue correzioni. Tale processo deve continuare per tutta la durata del progetto, perché i rischi cambiano con l'avanzamento del progetto, spesso ne nascono di nuovi e alcune volte scompaiono da soli, perciò tale attività è strategicamente di supporto alle azioni da intraprendere nella riduzione dei rischi e i suoi risultati vanno comunicati a tutti i partecipanti al progetto per accertare periodicamente il livello di rischio ad esso associato.

Gli obiettivi di tale fase, dunque, sono quelli di determinare se:

- le azioni da intraprendere contro i rischi sono state implementate come pianificato;
- le azioni intraprese sono state efficaci come atteso o se vanno prese nuove contromisure;
- le assunzioni di progetto sono ancora valide o sono superate;
- l'esposizione del progetto al rischio è cambiata rispetto all'inizio;

- si è verificato un fattore di rischio;
- vengono eseguite le procedure previste dalle strategie pianificate;
- si sono verificati o sono sorti rischi che non erano stati identificati.

Il processo di controllo dei rischi si sviluppa in maniera differente a seconda che si rivolga alla gestione di:

- eventi rischiosi già considerati: in tal caso gli stessi sono già stati analizzati, quantificati e, a fronte di ciascuno di questi, sono già state definite le contromisure che si ritengono più appropriate per annullarne o minimizzarne gli effetti negativi;
- eventi rischiosi imprevisi: rappresentati da avvenimenti inattesi derivanti da mutate condizioni al contorno determinatesi in corso d'opera o, più semplicemente, sfuggiti all'analisi condotta in fase di identificazione dei rischi di progetto.

In entrambi i casi la struttura del processo è la seguente:

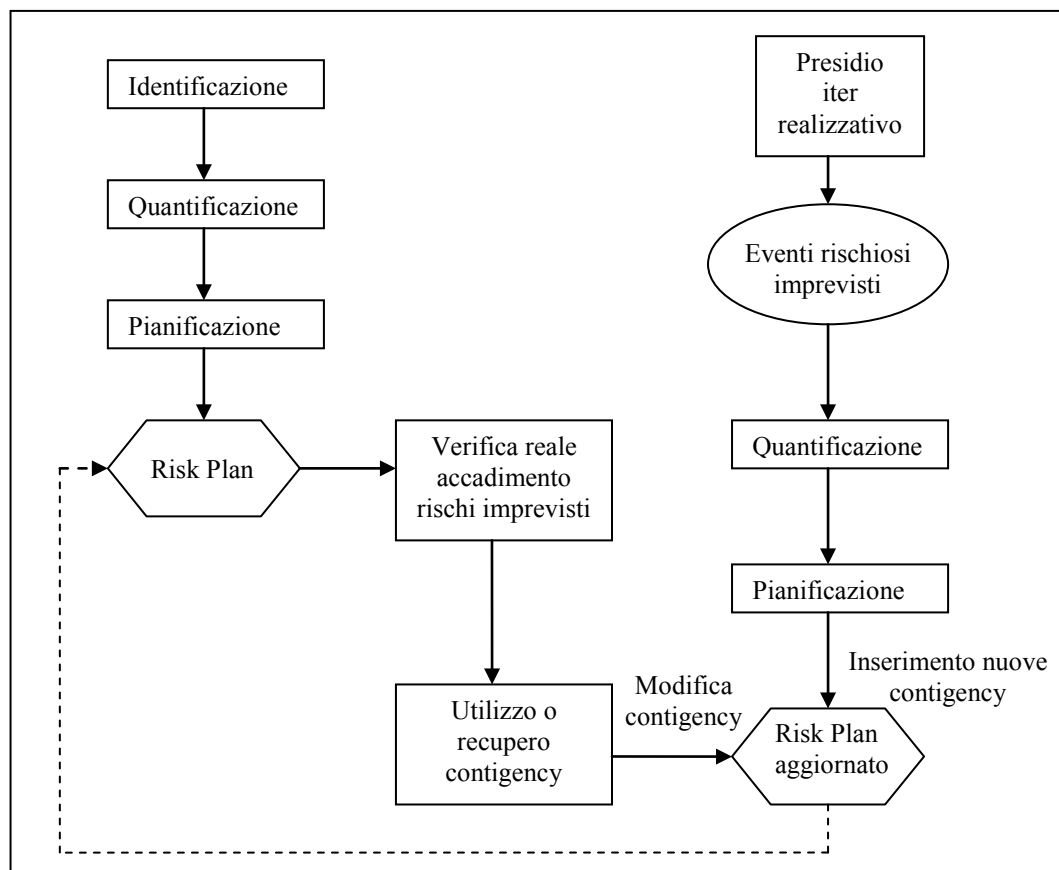


Figura 1-13: *Processo di controllo dei rischi*

È evidente dall'immagine che nel caso in cui si monitorano eventi rischiosi imprevedibili non occorrerà la fase di identificazione ma sarà sufficiente espletare solo quelle di quantificazione e pianificazione. Mentre nel caso di gestione degli eventi rischiosi pianificati si dovrà monitorare l'effettivo andamento degli eventi rischiosi che sono compresi nel Risk Plan corrente.

Per ciascun nuovo evento rischioso bisognerà:

1. valutare l'impatto dell'evento e le sue ricadute economiche e temporali sul progetto;
2. valutare la possibilità che lo stesso evento si possa ripresentare in futuro, stimandone, in caso affermativo, frequenza e collocazione temporale;
3. individuare le possibili contromisure verificandone la convenienza economica in rapporto al danno;
4. dimensionare il costo aggiuntivo derivante dall'applicazione delle contromisure individuate;
5. verificare la possibilità di sostenere tale costo;
6. porre in atto le contromisure definite se è possibile sostenere i relativi costi;
7. aggiornare il risk plan corrente con le nuove riserve destinate al progetto.

Un corretto funzionamento delle tecniche di controllo dei rischi prevede degli adeguati input di dati derivanti da tutte le fasi di progetto precedenti. Indichiamo di seguito gli **input** principali:

- *Comunicazioni di progetto*: le quali hanno la funzione di fornire le informazioni che documentano le performance del progetto e i suoi rischi.
- *Identificazione ed analisi dei rischi addizionali*: in previsioni della nascita di eventuali rischi va applicato periodicamente il ciclo di identificazione, valutazione, quantificazione e prevenzione proprio per ovviare al loro impatto negativo sul progetto.
- *Cambiamenti nelle prospettive*: spesso, conseguentemente ad un cambiamento nelle prospettive aziendali, sono necessarie variazioni nei piani di identificazione e gestione dei rischi.

Raccolte le informazioni necessarie, si passa all'adozione delle **tecniche di controllo**:

- *Checklists*: tali tecniche vengono già utilizzate per l'identificazione dei rischi, vengono adoperate anche ora per essere vigili su quelle attività che non appaiono critiche sulle checklist standard ma che sono rilevanti per la riuscita del progetto.
- *Analisi del valore guadagnato*: tali tecniche sono usate per monitorare deviazioni nelle prestazioni previste dal piano di progetto riguardanti i costi e le pianificazioni degli obiettivi fatte in partenza. Quando un progetto devia significativamente dal piano di base vanno aggiornate le identificazioni, le valutazioni e le quantificazioni dei rischi.
- *Piani addizionali di prevenzione del rischio*: nell'eventualità in cui un nuovo rischio, non anticipato nel piano di prevenzione del rischio, venga ad emergere, oppure nel caso in cui il suo impatto sugli obiettivi di progetto è più grande di quello atteso, il piano originario può non essere più adeguato. Sarà, quindi, necessario elaborare piani di prevenzione del rischio addizionali per controllare tali rischi.
- *Misurazione delle performance tecniche*: tali misurazioni confrontano l'adempimento tecnico alle pianificazioni fatte nel piano di progetto. Infatti deviazioni di tali adempimenti possono implicare dei rischi nel raggiungimento degli scopi del progetto.
- *Verifiche di progetto*: i controllori esaminano l'efficacia del piano di prevenzione del rischio nel prevenire, trasferire e mitigare le occorrenze di rischio. Tali controlli vanno effettuati durante la vita utile del progetto.
- *Revisioni periodiche del rischio di progetto*: le quali devono essere regolarmente effettuate, attraverso incontri periodici tra i partecipanti al progetto.

I dati prodotti da queste tecniche permettono di procedere ad una analisi delle azioni da compiere e delle varie modifiche da apportare al piano di previsione in uso.

Riportiamo di seguito gli **output** principali:

- *Database di rischi*: le informazioni raccolte vengono catalogate nei database di rischi che sono dei depositi fisici o digitali. Tali database vengono impiegati da supporto nella gestione futura dei rischi, fornendo i dati storici necessari a poter prendere decisioni affidabili.
- *Checklist aggiornata*: un aggiornamento della checklist attraverso l'esperienza garantirà un importante supporto per i progetti futuri.

- *Aggiornamenti del ranking dei rischi*: le tecniche precedenti inducono anche ad un cambiamento nei ranking dei rischi in modo da garantire un miglior controllo dei rischi maggiori.
- *Richieste di cambiamento al progetto*: per rispondere efficacemente ai rischi individuati spesso è necessaria una trasformazione del piano di progetto di partenza.
- *I piani di soluzione di problemi accidentali*: vengono usati per rispondere a rischi non previsti e devono essere propriamente documentati e poi incorporati nel piano generale di prevenzione del rischio.

1.7 VALUTAZIONE SULLA CONVENIENZA NELL'UTILIZZAZIONE DEL RISK MANGEMENT

La prima considerazione da fare sulla possibilità di implementare una nuova tecnica è quella di condurre una corretta analisi sui costi e benefici connessi. Risulta pertanto necessario determinare i costi dei rischi, da confrontare successivamente con i costi degli interventi per la gestione e il controllo del rischio. I costi dei rischi si dividono in due tipologie:

- costi della perdita: subiti a seguito del verificarsi dell'evento dannoso;
- costi dell'incertezza: dovuti a causa dell'esistenza stessa del rischio.

I costi della perdita coincidono con l'ammontare della perdita monetaria conseguente ad un evento dannoso: tale perdita monetaria è costituita da una diminuzione del reddito aziendale e da un'uscita di cassa pari alle risorse finanziarie che devono essere erogate per eliminare il danno subito. L'impatto avviene quindi su tutti i profili caratteristici della performance d'impresa:

- il profilo reddituale;
- il profilo finanziario;
- il profilo della variabilità dei risultati nel tempo.

I costi dell'incertezza sono conseguenza delle perturbazioni che i rischi puri possono arrecare alle organizzazioni aziendali e ai rapporti con alcune categorie di soggetti; essi sono riferibili a tre tipologie distinte:

- distorsione dei processi decisionali;
- diminuzione dell'efficienza dei lavoratori;
- alterazione sfavorevole di prezzi d'acquisto e di vendita.

Il termine di confronto è costituito dai costi degli interventi per la gestione e il controllo dei rischi, che sono i costi delle azioni correttive identificate nel processo di risk management. Si dividono in due categorie:

1. costi diretti;
2. costi indiretti.

I costi diretti comprendono tutti gli esborsi effettuati per dotarsi degli strumenti di controllo e di gestione del rischio e per mantenerli pienamente operativi, ovvero: costi di investimento relativi a sistemi di sicurezza, costi di manutenzione ordinaria e straordinaria, costi assicurativi, costi amministrativi, etc.

I costi indiretti comprendono tutti i costi indotti dall'impiego degli strumenti di risk management, ovvero: perdite di efficienza dovute a rallentamento dei ritmi produttivi per motivi di sicurezza, peggioramento del clima aziendale, etc.

Qualunque decisione intrapresa nell'ambito di risk management va fatta, comunque, sulla base di ciascuna delle seguenti configurazioni:

1. la convenienza economica delle alternative d'investimento;
2. gli effetti finanziari;
3. l'avversione al rischio dell'impresa.

1. Convenienza economica delle alternative d'investimento: secondo l'approccio del risk management nel tempo si generano flussi di cassa positivi e negativi. In particolare:

- i flussi di cassa negativi sono generati dai costi del trasferimento assicurativo, dai costi della ritenzione, dai costi monetari indiretti, etc.
- i flussi di cassa positivi sono generati dal risparmio dovuto alle minori perdite per eventi accidentali conseguenti all'implementazione delle azioni di risk management, dai vantaggi monetari indiretti, etc.

Il metodo del *valore attuale netto* introduce il concetto di valore finanziario del fattore tempo. Il principio cardine del valore finanziario del tempo risiede nell'attribuzione di un maggiore valore ad una somma di denaro immediatamente disponibile rispetto alla medesima disponibile in futuro. L'attualizzazione è un processo di omogeneizzazione volto

a permettere il confronto di grandezze finanziarie disponibili in tempi diversi e quindi non direttamente confrontabili. Il valore attuale indica il valore alla data corrente di un investimento secondo la formula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} \quad (1.4)$$

dove VAN sta per *Valore Attuale Netto*, F_t è l'entità del flusso al tempo t e i è il tasso di attualizzazione (o d'interesse). In generale gli investimenti di risk management sono caratterizzati da un VAN inferiore a zero.

2. Effetti finanziari: le perdite da rischi puri generano un andamento variabile dei redditi aziendali, con conseguenze potenzialmente molto gravi sull'equilibrio finanziario dell'impresa. Il risk management sostituisce all'andamento variabile dei costi delle perdite il flusso regolare dei costi della prevenzione e/o della protezione.

La sicurezza finanziaria garantita dall'implementazione di un sistema di risk management rappresenta quindi per l'impresa un vantaggio tale da giustificare un investimento economicamente non conveniente (ovvero caratterizzato da VAN negativo).

3. L'avversione al rischio dell'impresa, infine, rappresenta la maggiore o minore propensione ad accettare situazioni di rischio. Essa si concretizza nell'enunciazione di una politica di protezione aziendale nei confronti del rischio, il cui impatto sul valore dell'impresa costituisce un altro importante elemento a favore dell'approccio di risk management.

In definitiva possiamo affermare che la possibilità di implementare le procedure di risk management va attentamente valutata sulla base di un'analisi *cost-benefit*, poiché in generale può anche verificarsi che i benefici attesi dagli interventi di RM siano inferiori ai costi ad essi correlati. È però anche vero che tramite corrette azioni di risk management una azienda giunge ad una consapevolezza dei propri fattori rischio cui non potrebbe altrimenti pervenire e ciò risulta un punto di forza aggiuntivo rispetto al quale aumentare il proprio valore, sia esso intrinseco che relativo ad un ambito concorrenziale. Proprio nell'ottica della dinamicità dei mercati e del perseguimento del miglioramento continuo il risk management rappresenta un vero e proprio valore aggiunto.

BIBLIOGRAFIA

Borghesi A. “*La gestione dei rischi in azienda*”, Cedam, 1985

Brandley R.A., Myers S.C., Sandri S., “*Principi di finanza aziendale*”, Milano, McGraw-Hill, 2007

Costantino F., Di Gravio G., Tronci M., “*Supply chain management: dalla gestione della partnership al risk management*”, Hoepli, 2007

Dickson G., “*Risk Management – Principles and Practice, Pre-conference course del Risk Management Forum di Montecarlo*”, Ottobre 1993

Doherty N.A., “*Corporate Risk Management: a financial exposition*”, New York, McGraw-Hill, 1985

Edwards L., “*Practical Risk Management in the construction industry*”, Thomas Telford, 1995

Forestieri G., “*Risk Management: strumenti e politiche per la gestione dei rischi puri dell'impresa*”, EGEA, 1996

Gaudenzi B., “*La gestione dei rischi nelle catene di fornitura*”, Giuffrè, 2006

Hubbard D., “*How to Measure Anything: Finding the Value of Intangibles in Business*”, John Wiley & Sons, 2007

Knight F.H. , “*Risk, uncertainty and profit*”, Cosimo Classics, 2005

Madge P., “*The transfer or acceptance of risk by contract conditions*”, in R.L Carter G.N. Crockford, N.A. Doherty, a cura di, *Handbook of Risk Management*, Lodra, Kluwer Handbooks, 1985

Misani N., “*Introduzione al Risk Management*”, EGEA, 1994

Nepi A., “*Analisi e gestione dei rischi di progetto*”, Franco Angeli, 2001

2 FONDAMENTI DI SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

2.1 SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Negli ultimi venti anni si è sviluppato e diffuso il concetto di supply chain management. Il campo d'interesse di tale approccio è molto vasto, infatti è nato come fusione di molteplici aspetti specifici, in quanto consiste in *“un approccio sistemico alla gestione dell'intero flusso di informazioni, materiali e servizi, dalle materie prime provenienti dai fornitori, via via lungo le fabbriche e i magazzini, fino ai clienti finali”*. Nessuna impresa, infatti, è isolata, ma è parte di un'ampia rete di aziende interconnesse.

Nei Paesi anglosassoni, si assiste, soprattutto nel settore dei beni di largo consumo, a numerosi casi di eccellenza di supply chain integrate e vi è una maggiore fioritura di testi sugli ambiti del supply chain management (SCM). Sicuramente il tema è di grande attualità, ma solo negli ultimi anni si assiste in Italia allo sviluppo di strutture integrate, sotto la spinta delle principali aziende leader di mercato in vari settori. La SC integrata o *supply network*, va oltre il concetto tradizionale di logistica e flusso di materiali, e sottolinea la necessità dell'interazione tra i vari attori della filiera durante la creazione di un servizio al cliente. Il livello di servizio, infatti, è diventato il punto focale per un processo di selezione e di crescita; dunque per sviluppare migliori prestazioni e creare valore, le aziende devono interagire creando delle filiere organizzate e con una visione comune consapevole, dove nella competizione globalizzata diventano insufficienti le competenze “all'interno”.

I flussi di materiali e i processi organizzati nella supply chain devono seguire l'intero ciclo di vita del prodotto, dall'acquisizione materiali alla trasformazione, distribuzione, vendita fino ai servizi post-vendita. Tutto ciò va coordinato come parte di un unico organismo,

senza conflitti tra i vari enti coinvolti, cercando di guidare al successo l'intero sistema, migliorandone le performance nell'ambito della strategia operativa verso una riduzione delle scorte e del tempo ciclo e un aumento di produttività.

Parte della letteratura definisce il *Logistics Management* (gestione delle attività logistiche) quale attività che, nel corso del tempo e sulla spinta di cambiamenti ambientali, è evoluta fino a divenire supply chain management.

Per molti anni il ruolo della logistica è rimasto confinato al presidio di specifiche attività di supporto ai processi di approvvigionamento, produzione e distribuzione. Le prime timide forme di evoluzione verso una gestione di un insieme strutturato di attività si registrano nel corso degli anni Settanta, allorché le aziende iniziano a ricercare miglioramenti nell'ambito della distribuzione fisica attraverso opportuni interventi di razionalizzazione volti all'ottimizzazione dei diversi segmenti del ciclo distributivo. A partire dagli anni Ottanta, in seguito all'introduzione nelle aziende in modo sufficientemente pervasivo di nuove logiche gestionali (material requirements planning, just in time, ecc.), l'attenzione si sposta repentinamente sulla gestione dei materiali: viene coniata l'espressione "logistica dei materiali" per indicare le attività volte ad assicurare la corretta acquisizione, movimentazione e gestione dei materiali al fine di garantire il costante e tempestivo rifornimento alla produzione e agli altri enti utilizzatori.

La fase successiva del percorso evolutivo segna in realtà un radicale cambiamento perché comporta la trasformazione della logistica da insieme di attività operative a sistemi operativi a sistema interfunzionale che si pone come mezzo per il raggiungimento di più elevati livelli di performance. Emerge il concetto di logistica integrata, che rappresenta il processo per mezzo del quale pianificare, attuare e controllare il flusso delle materie prime, dei semilavorati e dei prodotti finiti, e dei relativi flussi di informazioni, dal luogo di origine al luogo di consumo, in modo da renderlo il più possibile efficiente e conforme alle esigenze dei clienti. Anche altri autori riflettono questa nuova concezione definendo la logistica come il processo con il quale gestire in maniera strategica il trasferimento e lo stoccaggio, attraverso e in varie infrastrutture aziendali, di materie prime, componenti e prodotti finiti affinché possano giungere dai produttori ai consumatori.

L'ultimo stadio del processo evolutivo conduce alla nascita del supply chain management. Il termine "*supply chain management*" (SCM) fu introdotto per le prime volte negli anni

Ottanta. Il lavoro di Oliver e Webber del 1982 intitolato “Supply Chain Management: Logistics catches up with strategy” viene da molti indicato come la pubblicazione in cui appare per la prima volta in letteratura il termine supply chain management. In questa pubblicazione il termine veniva utilizzato in riferimento a tecniche per la riduzione delle scorte in aziende facenti parte della stessa filiera e legate da relazioni cliente-fornitore. In particolare, il SCM è stato inizialmente definito quale “sistema gestionale” che combina attività puramente “logistiche”, in ottica funzionale, (trasporto integrato, gestione del magazzino e delle attività di distribuzione), con “attività di tipo manageriale” legate cioè alla gestione dei flussi di produzione, della programmazione della produzione, dell’approvvigionamento, delle scorte, nonché del customer service. Poco più tardi, nel 1986, il Council of Logistics Management definì il SCM come “processo logistico” di collegamento tra un’impresa ed i propri clienti e fornitori. In particolare, il Council evidenziava che l’integrazione tra i flussi fisici ed informativi in tutta la catena logistica era la base del processo di SCM. Le informazioni provenienti dai clienti e dal mercato, in particolare, dovevano infatti essere trasferite nei piani di produzione ed approvvigionamento, attraverso apposita programmazione nella produzione. L’integrazione riguardava tuttavia non solo i beni e le informazioni, ma tutti i flussi e processi presenti della catena di fornitura.

Nel passato la gestione era focalizzata sul singolo nodo della catena logistica e l’obiettivo era quello di migliorarne l’efficienza, ma successivamente ci si è resi conto che l’ottimizzazione di tutto ciò che riguardava la singola entità non consentiva di ottenere un ottimo globale nella supply chain e che, dunque, qualche cosa in più poteva essere fatto. Numerosi fattori hanno reso il SCM un argomento importante:

1. la decentralizzazione dell’attività produttiva, con la creazione di produzioni multisito in cui più entità sono coinvolte nella produzione e nel processo di delivery;
2. l’accorciamento dei canali di distribuzione, con il produttore sempre più vicino al consumatore finale;
3. lo sviluppo della world economy, con l’incremento della domanda per i prodotti locali;
4. la pressione della concorrenza che spinge a fornire al cliente servizi e prodotti di alta qualità ed in tempi sempre più brevi.

Tra le possibili definizioni di supply chain management, la più completa è la seguente:

“Il SCM è un approccio integrato e orientato al processo per l’approvvigionamento, la produzione e la consegna di prodotti e servizi ai clienti; gestisce le relazioni con i subfornitori, i fornitori, le operazioni interne, gli intermediari, i distributori e il cliente finale; comprende la gestione delle materie prime, dei semilavorati e dei prodotti finali nonché dei flussi informativi ed economici.” [fonte MIT]

Questa definizione mette in evidenza l’importanza, insita nel concetto di SCM, della gestione non solo delle attività interne, ma di tutte le attività svolte dalla catena di produzione e distribuzione. La definizione di SCM presuppone, inoltre, quella di catena di fornitura, intesa quale network di organizzazioni tra loro collegate attraverso relazioni a monte e a valle, coinvolte nei processi e attività che producono valore per il cliente finale.

In definitiva si può affermare che il *“SCM consiste nel riuscire ad avere il prodotto al posto giusto, al prezzo giusto, al momento giusto, alle giuste condizioni”*. [R. Blackwell]

È importante sottolineare che è possibile identificare diversi livelli di relazione e collaborazione, potenzialmente conflittuali, nella catena di fornitura. Anche per questo motivo spesso il concetto di “membro della catena” di fornitura viene inteso quale impresa facente parte della catena, mentre il concetto di “partner” viene inteso quale impresa facente parte di un progetto di integrazione in ottica di supply chain management. Guardando alle relazioni di partenariato nella catena, è possibile definire la supply chain quale “impresa estesa” che attraversa e comprende tutte le singole imprese della catena, le loro attività interne ed i processi.

Nella figura 2.1 è riportato un modello esemplificativo di SCM, nel quale imprese della stessa filiera produttiva operano come un’unità commercialmente integrata, verso i fornitori di materie prime e verso i clienti, gestendo in comune le fasi di acquisizione delle materie prime (pagamento ai fornitori, approvvigionamento), della loro lavorazione e distribuzione (fatturazione ai clienti, gestione ordini), nonché della pianificazione dei processi interni alla catena del valore.

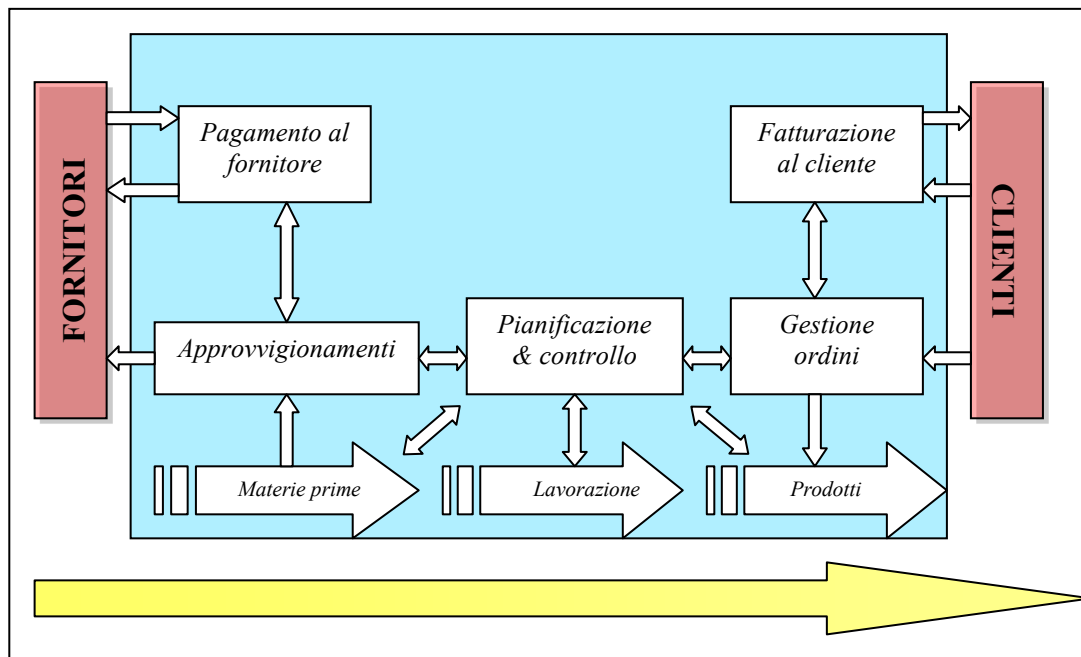


Figura 2-1: Gestione ed integrazione del Supply Chain Management

2.2 EVOLUZIONE DEL SCM

Il SCM “*consiste nel riuscire ad avere il prodotto giusto, al posto giusto, al prezzo giusto, al momento giusto e alle giuste condizioni*”. Questa definizione, che pure rimane valida a tutt’oggi, vede d’altra parte ampliarsi progressivamente i confini, in modo coerente con l’ampliamento dei confini di azione della singola azienda. In una prima fase, infatti, gli sforzi erano concentrati all’interno della singola azienda, per raggiungere obiettivi di efficienza grazie ad una maggiore integrazione ed ottimizzazione dei processi interni. L’integrazione dei processi interni riguardava soprattutto tre aree principali:

- integrazione delle informazioni;
- coordinamento;
- connessione organizzativa.

Integrazione delle informazioni vuol dire condivisione delle informazioni e della conoscenza tra i diversi attori della supply chain (fornitori, produttori, distributori, clienti), che devono essere messi nella condizione di scambiarsi informazioni riferite alla domanda, alla situazione di magazzino, ai piani produttivi, ai piani promozione, alle previsioni e al programma di spedizione, essendo altresì in grado di coordinare la gestione delle scorte. Il

coordinamento consiste nell'assegnare capacità decisionali e risorse all'anello della supply chain che si trova nella migliore posizione per gestirle. L'integrazione, però, non risulta completa senza una stretta relazione organizzativa tra le società: i due partner nella catena degli approvvigionamenti devono definire e mantenere canali di comunicazioni, siano essi EDI (*Electronic Data Interchange*)⁸, Internet o altro. Raggiunti questi obiettivi preliminari, si può notare l'importanza di estendere questo processo di integrazione ed ottimizzazione ai propri partner, siano essi clienti o fornitori; la supply chain supera così i confini aziendali. Il contesto attuale pone sempre più attenzione alla possibilità di collegare tra loro non più singole aziende, ma intere comunità, creando i cosiddetti mercati virtuali o “marketplace”, nei quali interagiscono contemporaneamente più fornitori e più clienti. Questa progressiva evoluzione della supply chain e la tendenza all'ampliamento delle funzionalità supportate sono guidate da una serie di fattori, sinteticamente riconducibili ai seguenti:

- **una crescente e sempre più pervasiva focalizzazione sul cliente:** in ogni fase/momento della supply chain, i bisogni del cliente finale vengono compresi e diventano fattori guida nel processo decisionale; data l'importanza crescente e il ruolo di centralità attribuito al cliente, è necessario che l'azienda sia in grado di assicurare un adeguato servizio basato sulla qualità, sulla personalizzazione del prodotto e sulla velocità di consegna, anche considerando che le aspettative del cliente in termini di ampiezza di scelta, livello di servizio, velocità di consegna e costo stanno progressivamente aumentando;
- **un utilizzo più avanzato della tecnologia:** flussi di dati e informazioni interessano tutte le fasi/momenti della supply chain: i sistemi DSS (*Decision Support System*) utilizzano questo complesso di informazioni per migliorare e velocizzare i processi decisionali che impattano sull'intera catena; inoltre, il progressivo sviluppo di Internet fa sì che le fasi di vendita siano più dirette e che al cliente venga erogato un servizio migliore; lo sviluppo di Internet ha certamente aperto nuove possibilità di

⁸ L'Electronic Data Interchange è la tecnologia che permette il trasferimento elettronico di dati commerciali tra sistemi eterogenei attraverso VAN (Value Added Network). I sistemi EDI raccolgono i dati ricevuti, li traducono nei formati stabiliti e li inviano alle applicazioni informatiche interessate per la successiva elaborazione. Le parti in comunicazione possono utilizzare modem sulle linee telefoniche normali o fare ricorso ai servizi di rete (es. Internet). L'E.D.I. combina informatica e telecomunicazioni per eliminare i documenti cartacei negli scambi commerciali (con esclusione di documenti obbligatori per legge) e per ridurre al minimo i tempi operativi di gestione di questi documenti.

business e ha contribuito a ottimizzare e rendere più efficienti i flussi informativi lungo la catena di fornitura, produzione e commercializzazione dei prodotti;

- **misurazione delle performance:** in ogni fase/momento della supply chain vengono monitorati e valutati, oltre ad altri parametri, tempi e costi rispetto agli obiettivi finali nell'ottica di un miglioramento continuo delle performance. Si possono individuare molti indicatori attraverso i quali avere una misurazione delle performance della supply chain; alcuni di quelli più comunemente usati sono: livello di servizio (percentuale degli ordini, o delle righe d'ordine, spedite nella data e con la quantità richiesta dal cliente), accuratezza del forecast, valore delle scorte, utilizzo degli impianti;
- **la globalizzazione:** si creano per l'azienda nuove possibilità di acquisto di materie prime a bassi costi dalle economie emergenti e nello stesso tempo si creano nuove possibilità di vendita: ciò determina uno spostamento geografico della tradizionale localizzazione del business e della supply chain (dalla fornitura alla produzione alla consegna al cliente), e rende necessario, per un'azienda, servire mercati globali e assicurare un livello di servizio omogeneo indipendentemente dal mercato di destinazione; si consideri inoltre che la globalizzazione ha generato un complessivo aumento del livello della competizione, che a sua volta impone alle aziende di operare con maggiore efficienza e ricercando/diffondendo vantaggi competitivi di differenziazione rispetto ai competitor. L'area dei servizi al cliente e della delivery rappresenta, alla data, una delle principali aree del vantaggio competitivo.

Nei modelli di SCM più avanzati l'exasperazione nella ricerca di benefici sempre maggiori, porta ad inglobare segmenti della supply chain sempre più ampi a monte e a valle, includendo non solamente i fornitori, ma sempre più i fornitori dei fornitori a monte e non solo i clienti, ma anche i clienti dei clienti a valle sino al cliente finale. Questo nuovo concetto di SC estesa porta come conseguenza la riconsiderazione da parte delle imprese coinvolte, delle relazioni verticali verso i clienti ed i fornitori, dando vita a delle vere e proprie partnership commerciali e strategiche, nella cosiddetta "*impresa estesa*". L'efficienza di tali partnership dipende in gran parte da un ottimale funzionamento di tre elementi: la comunicazione, il coordinamento e la cooperazione. È evidente che una SCM estesa genera una considerevole mole di dati (basti pensare alla condivisione dei piani

strategici ed operativi, i dati di previsione, le informazioni sui livelli di produzione, sulle scorte disponibili, sul trend di vendita), che deve poter passare da un anello ad un altro della catena senza essere alterata; si tratta di trovare i mezzi più adatti per selezionare e valutare il tipo di informazioni, definire quali soggetti queste devono raggiungere, come, con quali tempi e con quali priorità. L'adozione di sistemi gestionali delle informazioni non è, tuttavia, sufficiente, da sola, ad assicurare un buon grado di efficienza; è importante, infatti, che le imprese della supply chain riescano ad organizzare strutture gestionali tramite le quali operare in maniera coordinata, sfruttando, le informazioni per sincronizzare le operazioni. L'efficienza del SCM, dipende anche dal grado di cooperazione raggiunta, intesa come capacità di concordare obiettivi e mutui benefici, ricordando quanto detto a proposito del legame che sussiste tra la competitività della singola impresa e quella dei soggetti con la quale essa interagisce nella catena del valore. Si creano così le condizioni affinché venga massimizzato il livello qualitativo del prodotto o del servizio finale in relazione al mercato, rendendo ottimali i costi operativi e gestionali, nonché il capitale impiegato: l'incremento di valore economico è percepito dal cliente attraverso la gestione sincronizzata dei flussi delle materie e delle informazioni associate dall'approvvigionamento delle materie prime al consumo.

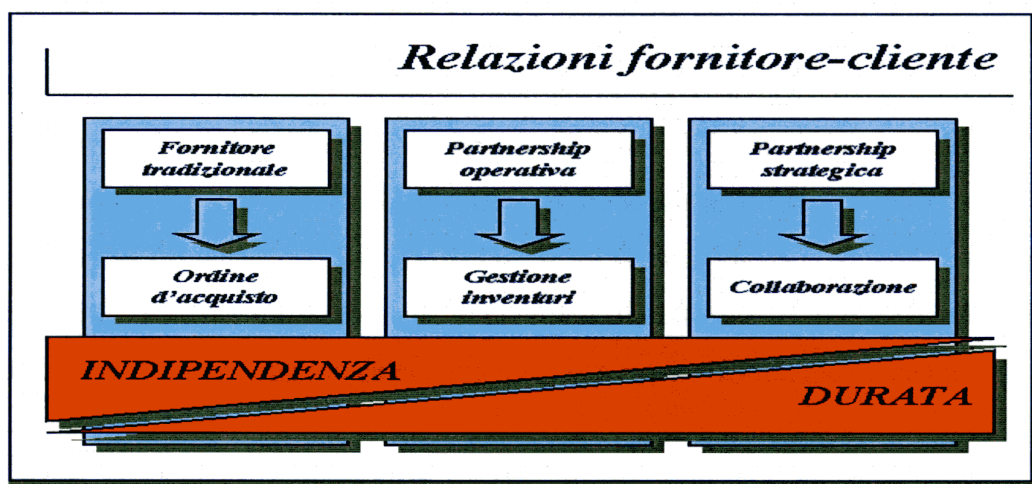


Figura 2-2: *Evoluzione dei rapporti fornitore-cliente dalla semplice fornitura al rapporto di cooperazione del SCM esteso*

2.3 LA STRUTTURA E GLI ATTORI DELLA SUPPLY CHAIN

La “struttura” della catena di fornitura rappresenta e descrive la rete di relazioni in essere tra le diverse imprese, le quali vengono generalmente identificate partendo da una impresa focus di analisi (di solito coincidente con il soggetto che osserva soggettivamente tale struttura). La definizione di tale struttura serve quindi per “mappare” l’insieme di imprese a monte (i fornitori) e a valle (i clienti) dell’impresa focus. La definizione della struttura della catena appare essenziale per comprendere l’estensione dei processi e del network di imprese, la cui identificazione deriva da una valutazione oggettiva delle relazioni in essere all’interno della catena, ma risente anche di una valutazione soggettiva della natura di tali relazioni, operata da parte dell’impresa focus. Essa infatti, nel momento in cui definisce la struttura della catena deve esplicitare la natura più o meno strategica delle relazioni con tali imprese.

Per questo motivo, una catena di fornitura può essere rappresentata in modi differenti a seconda della diversa “prospettiva” da cui si guarda la catena, cioè in base all’impresa focus di analisi ed alle sue percezioni soggettive delle relazioni in essere lungo la catena.

Molti autori definiscono la supply chain come un sistema di relazioni (network), tuttavia il termine “struttura” viene utilizzato in riferimento ad una attività di mappatura che permetta di valutare la “strategicità” delle relazioni in essere tra i diversi membri della catena.

La struttura di una catena di fornitura presenta generalmente due dimensioni:

- **dimensione orizzontale:** numero di “livelli” in cui si articola la relazione con le altre imprese a monte e a valle. Si identificano quindi fornitori e clienti di primo livello (direttamente relazionati all’impresa-focus) e di secondo livello (fornitori dei fornitori e clienti dei clienti). La diversa estensione della dimensione orizzontale connota una struttura che può essere lunga o corta.
- **dimensione verticale:** all’interno di ogni livello può variare il numero di clienti e fornitori. Ad esempio, a monte dell’impresa focus, un elevato numero di fornitori, alternativi o complementari tra loro, determina una ampiezza della dimensione verticale (wide structure). Viceversa se è ridotto il numero di fornitori all’interno di un medesimo livello, la dimensione verticale è poco ampia (narrow structure). Le stesse riflessioni valgono per la dimensione verticale a valle dell’impresa focus.

Dato che l'analisi della struttura dipende soggettivamente dall'ottica dell'impresa focus di analisi, tale parte della dottrina tende ad identificare una terza dimensione della struttura, corrispondente proprio alla posizione occupata dall'impresa focus di analisi all'interno della catena (lungo la struttura orizzontale).

La definizione della struttura della catena di fornitura permette quindi di attuare una efficace mappatura del processo di supply chain management e di come esso si sviluppi lungo i diversi livelli della catena. Inoltre, tale attività permette di selezionare i membri della catena con cui implementare o perfezionare un eventuale progetto di integrazione, al fine di migliorare la gestione del processo di SCM.

Stanti queste finalità sono tre i parametri che devono essere misurati nella creazione della cosiddetta supply chain network structure:

1. la dimensione del network, in termini di struttura orizzontale, struttura verticale e posizione dell'impresa focus lungo la catena;
2. la classificazione dei membri all'interno della catena, distinti in “primari” e “non-primari”, in base a parametri quali, ad esempio, il loro potere negoziale, la rilevanza strategica rispetto al conseguimento degli obiettivi di supply chain management o la loro sostituibilità con altre imprese;
3. il sistema di relazioni in essere all'interno della catena, classificate in funzione del livello di rilevanza strategica che esse assumono nell'ottica dell'impresa focus di analisi.

In figura 2.3 si riporta un esempio di struttura di catena di fornitura. La dimensione orizzontale presenta due livelli a monte e due livelli a valle. La dimensione verticale presenta quattro fornitori e tre clienti ai primi livelli.

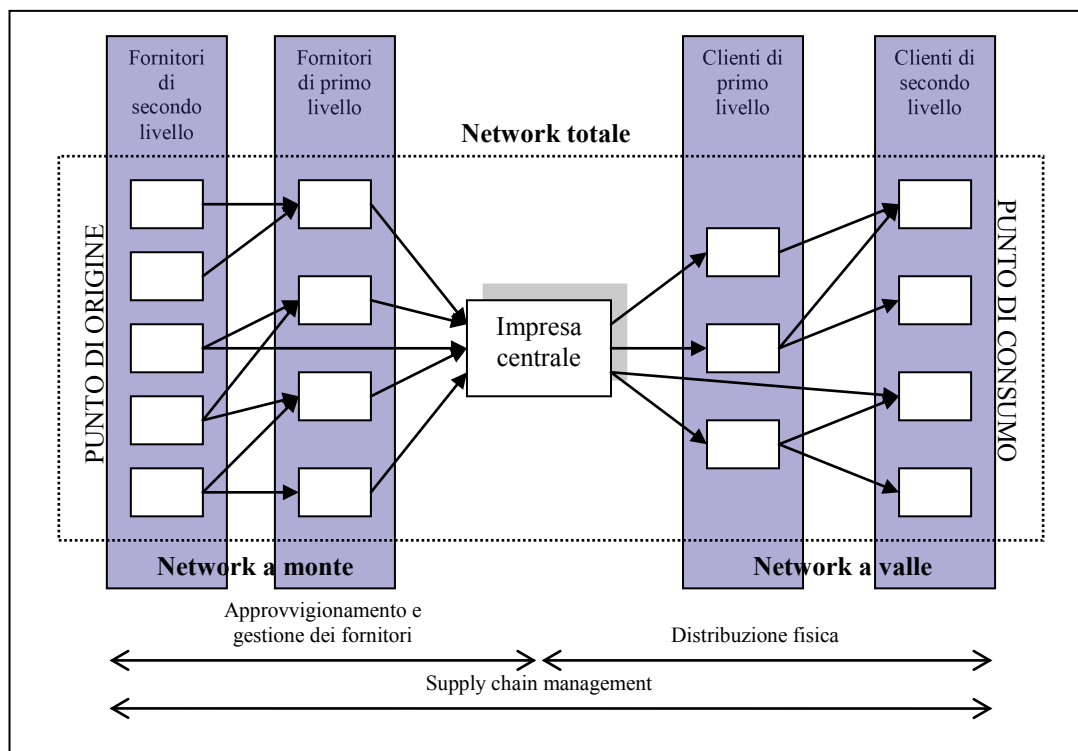


Figura 2-3: Il supply network e le sue parti

Come evidenziato in figura l'impresa non esiste più come entità isolata, ma opera all'interno di un supply network, interagendo con altre imprese, alcune delle quali sono a monte, altre a valle. In termini generali l'impresa interagisce anche con altri attori tra cui i concorrenti diretti, i potenziali entranti, le organizzazioni dei lavoratori, l'ambiente economico, politico, sociale e culturale ma, per coloro che si occupano di SCM, questi aspetti vengono considerati solo se funzionali alla gestione delle interazioni con i clienti e con i fornitori.

Il "network a monte" (*supplier network*), è costituito dai fornitori di beni, servizi e informazioni dell'impresa, ciò che diversamente possiamo chiamare gestione dei materiali. A loro volta i fornitori hanno dei propri fornitori, e così via, fino ai fornitori di materie prime. Il network a monte li comprende tutti fino al "punto di origine" del network. I fornitori diretti dell'impresa centrale del network sono detti "fornitori di primo livello" (*first-tier suppliers*), i fornitori dei fornitori vengono detti "fornitori di secondo livello" (*second-tier suppliers*). Le imprese fornitrici sia dell'impresa centrale sia dei fornitori di primo livello vengono convenzionalmente classificate come fornitori di secondo livello.

Il "network a valle" (*demand network*) è costituito dai clienti dell'impresa centrale e dai clienti dei clienti qualora ci fossero, fino ai consumatori finali, ossia al "punto di consumo"

finale, oltre il quale i beni non subiscono più trasformazioni né passaggi. I clienti diretti dell'impresa centrale del network sono detti “clienti di primo livello” (*first-tier customers*), i clienti dei clienti vengono detti “clienti di secondo livello” (*second-tier customers*). I clienti che sono riforniti sia dall'impresa centrale sia dai clienti di primo livello vengono convenzionalmente classificati come clienti di secondo livello.

La rete a valle racchiude le relazioni che attengono alla distribuzione fisica dei prodotti, attraverso agenti distributori, magazzini e la vendita.

I fornitori e i clienti che sono a diretto contatto con l'impresa centrale, siano essi o meno di primo livello, costituiscono il “network immediato” (*immediate supply network*), mentre il “network totale” (*total supply network* o semplicemente *supply network*) comprende tutte le imprese dal punto di origine al punto di consumo, ossia dalle materie prime grezze ai prodotti o servizi richiesti dai consumatori finali (*from dirt to dirt*).

La figura 2.3 è anche utile per comprendere le differenze tra SCM e alcuni termini comunemente utilizzati per indicare importanti processi operativi, come:

- approvvigionamento e gestione dei fornitori (*purchasing and supply management*). L'obiettivo è quello di “acquistare al prezzo giusto, per una consegna al momento giusto, nella quantità giusta, di beni e servizi di livello di qualità giusto, dalla fonte di acquisto giusta. Le principali attività sono: decisioni *make-or-buy*, analisi preventivi, raccolta e archiviazione informazioni su fornitori reali e potenziali, stesura contratti ed il monitoraggio delle prestazioni dei fornitori.
- Distribuzione fisica (*physical distribution*), il cui obiettivo è di “rendere disponibile il prodotto giusto, nella quantità giusta, nella condizione giusta, nel luogo giusto, al momento giusto, al cliente giusto, al costo giusto”. Le attività principali sono: gestione magazzini prodotti finiti, confezionamento ed imballaggio, pianificazione della distribuzione, gestione ordini clienti e il trasporto e la gestione del servizio ai clienti.

Gli attori di una supply chain possono essere distinti in due categorie:

1. Agenti di produzione:

- Retailer e Wholesaler: sono i punti di vendita in cui il consumatore finale acquista il prodotto.

- Centri di distribuzione: sono le entità coinvolte nella ricezione dei prodotti dal punto di produzione ed eseguono un'attività di stoccaggio e distribuzione ai dettaglianti o ai grossisti.
- Impianti di produzione: sono quelle entità in cui i componenti sono assemblati per arrivare al prodotto finito; rientrano in questa categoria tutti i fornitori e subfornitori presenti nella catena logistica.

2. Agenti di servizio:

- Aziende di trasporto: sono quelle entità che si occupano delle operazioni di trasferimento fisico dei beni.
- Aziende di servizi: sono quelle entità che forniscono i servizi necessari alla coordinazione e allo svolgimento delle attività della supply chain.

Le entità di business sono legate da flussi di materiali e informazioni generati dalle relazioni tra le entità stesse. I flussi sono l'oggetto delle attività che caratterizzano le aziende, sono lo strumento fondamentale per la comprensione dell'ambiente in cui esse operano e per il coordinamento. Da un punto di vista organizzativo tutti gli elementi visti sopra sono composti essenzialmente da tre componenti:

1. funzioni interne: che includono tutte le attività e i processi impiegati per la trasformazione delle materie prime fornite dalla rete dei fornitori o per la creazione del servizio. Tali attività comprendono quelle primarie di gestione della produzione, dell'esecuzione degli ordini e di coordinamento dei flussi interni.
2. Fattori esterni a monte: rappresentano tutte le entità a monte con cui l'impresa ha delle relazioni per il reperimento degli input che rientrano direttamente o indirettamente nel processo produttivo. Le funzioni chiave di questo elemento sono l'acquisto e la gestione dei materiali, la gestione delle relazioni con i fornitori, lo scambio di informazioni per il coordinamento delle attività interne con le operazioni delle varie entità a monte.
3. Fattori esterni a valle: riguardano le attività che coinvolgono le entità a valle nella supply chain, ovvero, i centri di distribuzione e le entità che consentono il trasferimento dei prodotti al consumatore finale. Le attività coinvolte sono quelle di esecuzione degli ordini, della gestione del magazzino dei prodotti finiti e delle spedizioni, nonché della logistica inversa e delle informazioni che arrivano dalle entità a valle.

2.4 I SETTE PRINCIPI

Per bilanciare la domanda dei clienti e le esigenze di crescita dei profitti, molte compagnie si stanno muovendo nella direzione di un miglioramento del SCM. Questi sforzi riflettono i sette principi del SCM, sviluppati dagli statunitensi Anderson, Favre e Britt del MMT di Boston. Tali principi, se perseguiti tutti insieme, permettono alle compagnie di migliorare il controllo dei costi, l'utilizzazione dei beni esistenti, il ritorno del capitale investito e la soddisfazione del cliente finale. Rifiutando la visione tradizionale di una compagnia e delle sue parti come entità funzionali distinte, i tre studiosi pensano che la vera misura del successo è data da un buon coordinamento delle attività della SC rivolte alla creazione del valore per i clienti insieme ad un aumento della profittabilità di ogni anello della catena.

Principio 1: Segmentare i clienti in base ai bisogni e adattare al SC a servire questi segmenti profittevolmente.

La segmentazione dei clienti in base ai bisogni permette alla compagnia di sviluppare un portafoglio di servizi adatti ai vari segmenti. Le indagini di mercato, le interviste e la ricerca industriale sono stati gli strumenti tradizionali per definire i criteri di segmentazione. Oggi, i produttori più sviluppati rivolgono la propria attenzione a tecniche analitiche avanzate come la Cluster Analysis per misurare il profitto marginale di ogni segmento, altri si rivolgono ad altri criteri quali il supporto tecnico e le attività di pianificazione.

Principio 2: Adattare la rete logistica alle richieste di servizio e alla profittabilità dei segmenti di clienti.

Molte compagnie hanno implementato la loro rete logistica per andare incontro alle richieste del loro cliente medio, altre, invece, per soddisfare solo un segmento di clienti. Ma tutto ciò con il risultato di non riuscire né ad utilizzare pienamente gli assets, né di migliorare il livello di servizio ai propri clienti. Per molte industrie andare incontro alle esigenze logistiche del singolo cliente è stata una fonte di differenziazione più importante del prodotto, largamente non differenziato.

Principio 3: Ascoltare i segnali dal mercato e allineare la pianificazione della domanda lungo tutta la SC, assicurando previsioni consistenti e allocazione ottimali delle risorse.

Una buona gestione della SC richiede un S&OP (Sales and Operations Planning), che superi i confini della SC, per coinvolgere ogni anello, dai fornitori dei fornitori ai clienti dei clienti,

così da sviluppare insieme le previsioni. Tutto ciò aiuta ad accorgersi in tempo dei segnali di allarme della domanda e di tener conto della capacità e dei limiti dei propri distributori e trasportatori.

Principio 4: Differenziare i prodotti e velocizzare la conversione alla SC.

Sapendo che il tempo è denaro, molti produttori, con prudenza, stanno diventando sempre più capaci di reagire ai segnali provenienti dal mercato mediante una riduzione dei lead times lungo tutta la catena, velocizzando la trasformazione dei materiali nel prodotto finito secondo le richieste del cliente. Questo approccio accresce la loro flessibilità nel prendere decisioni sul tipo di prodotto non appena arriva la domanda.

Principio 5: Gestire strategicamente i fornitori a ridurre il costo totale dei materiali e servizi che si hanno a disposizione.

Determinati a pagare il prezzo più basso possibile per i materiali, i produttori non hanno generalmente stretto rapporti con i fornitori. Per gestire in modo efficiente la SC bisogna che lo schema sia più flessibile. I produttori dovrebbero spingere i partners a condividere l'obiettivo di ridurre i costi lungo tutta la catena così da abbassare i prezzi sul mercato ed incrementare i margini di guadagno. Data la loro posizione sul mercato, i produttori devono considerare come sollecitare ordini di breve periodo competitivi, siglare contratti a lungo termine e intrecciare relazioni strategiche con i fornitori. Quindi un'eccellente gestione dell'intera catena richiede creatività, intesa come variabilità dei prezzi in modo che fornitori e produttori condividano benefici e difficoltà delle fluttuazioni dei prezzi, e flessibilità.

Principio 6: Sviluppare una strategia che, oltre a coinvolgere tutta la SC, supporti anche livelli multipli di decisione e dia una chiara visione del flusso dei prodotti, dei servizi e delle informazioni.

Un sistema ideale dovrebbe essenzialmente integrare capacità di tre tipi:

- nel breve termine dovrebbe essere capace di gestire le transazioni con frequenza quotidiana e gestire il commercio elettronico che si svolge lungo tutta la catena, in modo da allineare costantemente la domanda e l'offerta;
- nel medio termine dovrebbe facilitare la pianificazione della domanda e delle spedizioni e allocare le risorse efficientemente;

- nel lungo periodo dovrebbe fornire l'analisi strategica di strumenti quali i modelli di rete integrata, che aiutino i manager a valutare le alternative di impianti, dei centri di distribuzione, dei fornitori e dei terzisti.

Nonostante i grandi investimenti in tecnologia, poche aziende stanno acquisendo tutte e tre le capacità.

Principio 7: Adottare misure di performance che valutino la SC nella sua interezza per raggiungere un successo collettivo nell'arrivare al cliente finale.

In una gestione ottimale della SC occorre adottare misure applicabili ad ogni anello della catena e che includano sia unità finanziarie che di servizio. In primo luogo, si misura il servizio in termini di “ordine perfetto” (l'ordine che arriva al posto giusto, nel momento giusto, nella quantità e nelle condizioni qualitative giuste). Tale tipo di misura non solo tiene conto dell'intera catena, ma inquadra le performance dal punto di vista corretto, quello del cliente. Per ciò che riguarda le misure finanziarie, occorre misurare la reale vantaggiosità del servizio, identificando i costi e le entrate reali delle attività richieste per servire i vari centri di costo.

2.5 I QUATTRO MODELLI DEL SCM

Si possono individuare quattro tipi fondamentali di catena della fornitura o supply chain management. Il termine “fondamentale” significa che nella realtà si possono trovare molte varianti al modello di base. Significa anche che diverse catene sono caratterizzate, nelle relazioni tra fornitori, impresa e clienti, da più di un modello contemporaneamente.

1. Modello di base

Si tratta del classico rapporto tra chi fabbrica un prodotto e chi lo deve, poi, commercializzare o comunque farlo arrivare ad un cliente finale (consumatore). Nella relazione tra coloro che fanno parte della catena è imperativo il “contenimento dei costi” il che significa che ogni scelta o decisione che viene presa lungo la supply chain è figlia di una valutazione, di un meticoloso bilancio tra costi e benefici. Di carattere per lo più immediato non si guarda al futuro lontano quando si opera in questo tipo di catena.

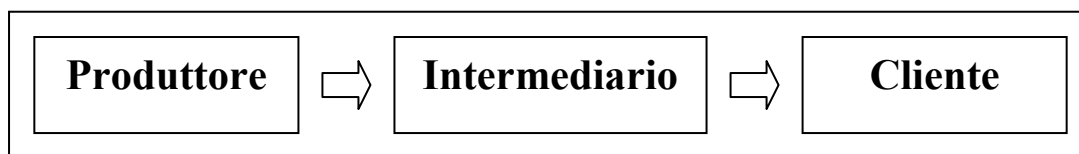


Figura 2-4: *Modello di base*

Ciò che si vuole di solito realizzare, e che può creare anche accordo sugli obiettivi tra fornitori e clienti, è una sostanziale riduzione dei costi, il che significa che i rapporti tra i fornitori e clienti sono improntati sulle tradizionali leve necessarie per “misurarsi” a vicenda.

2. Modello delle “relazioni intelligenti”

In questo tipo di catena, sia il produttore che l’intermediario (per lo più un distributore) sono rappresentati da imprese forti, autonome, con obiettivi di crescita e di dominio del mercato ben precise. Il produttore investe per ottenere una leadership ed una fedeltà alla propria marca e in modo analogo si comporta il distributore, che dedica le proprie energie a ricercare una leadership di prodotto e di mercato, la fedeltà alla propria insegna. Trattandosi di due figure forti, sono entrambe in grado di investire per conoscere meglio i meccanismi con cui ci si relaziona all’interno della catena, al fine di percepire i punti di debolezza e sfruttare le opportunità. Per realizzare la riduzione degli sprechi sono disposti a scambiarsi le informazioni essenziali per lo scopo che si vuole raggiungere. Le due imprese restano, nella sostanza, fortemente indipendenti.

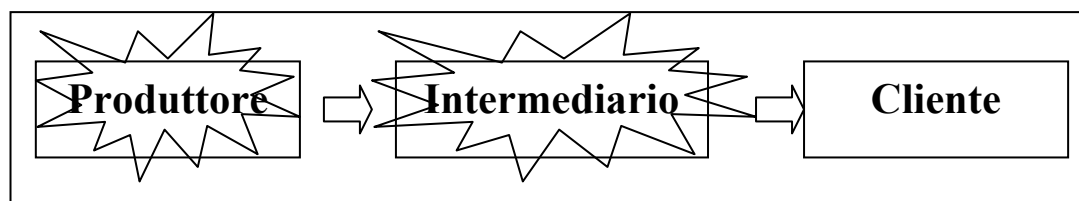


Figura 2-5: *Modello delle “relazioni intelligenti”*

3. Modello dell’impresa dominante

Si tratta di una catena nella quale agisce, quasi sempre al centro della filiera, un’impresa che guida (“domina”) l’intera catena.

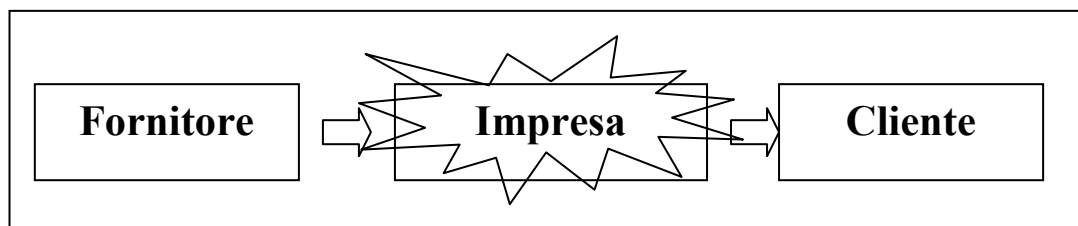


Figura 2-6: *Modello dell'impresa dominante*

L'impresa al centro è in perfetta sincronia con i suoi fornitori e si rivolge ad un mercato che la segue da vicino, ne apprezza i prodotti, le resta fedele nel tempo. L'impresa ha dunque sviluppato un proprio modello molto integrato, verticale ed impone il proprio sistema operativo, con tutte le sue regole, i suoi divieti, le sue concessioni, a monte e a valle. Decide per tutti cosa si deve fare e come lo si fa. La presenza di questo attore "dominante" riduce quasi a zero le possibilità di conflitto. L'obiettivo di fondo è un corretto bilanciamento tra strategia d'innovazione (che comporta sempre costi alti) e volumi elevati (che consente di operare con costi contenuti).

4. Modello "partnership"

L'impresa non domina i fornitori, non decide come si deve distribuire il prodotto finito, come si deve impostare lo stabilimento, come si deve gestire l'innovazione.

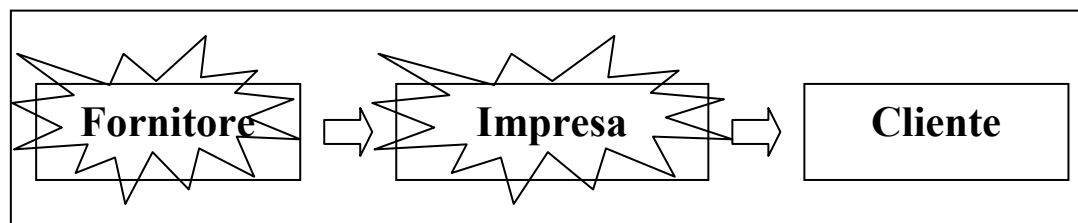


Figura 2-7: *Modello "partnership"*

L'impresa riesce a stare sostanzialmente nel mercato perché si unisce ad altre imprese ed al cliente (veri e propri partner) che con lei cercano il successo. Assieme ai fornitori, si fa innovazione, si scambiano informazioni sui piani di sviluppo futuri, sulla ricerca e lo sviluppo, sull'evoluzione tecnologica. In altre parole si cerca di definire e realizzare una visione unica, non tradizionale, del futuro. Il tipo di legame che unisce i componenti non può che essere che una vera e propria "partnership".

2.5.1 Strategie di collaborazione

Mettendo a confronto i quattro modelli esaminati, si possono realizzare dei ragionamenti di tipo strategico intorno alla supply chain, inserendo i modelli fondamentali in una matrice i cui assi sono l'importanza operativa dell'essere abili oppure no a gestire una catena relativamente complessa (alta e bassa) e l'importanza strategica di possedere una efficiente supply chain per competere (alta e bassa). In questo modo saranno collegate le complessità di gestione della catena.

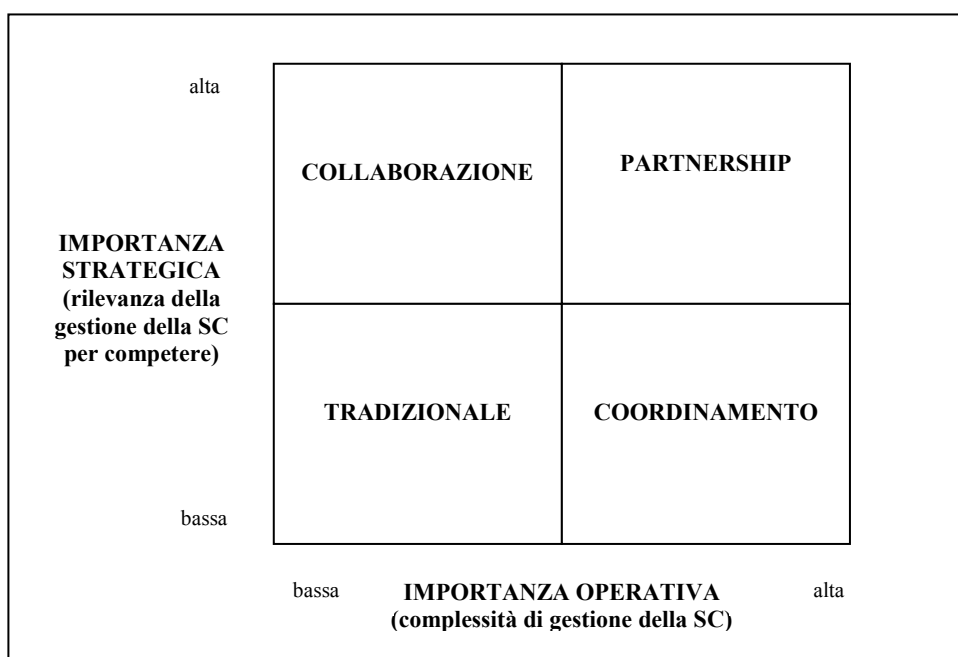


Figura 2-8: Matrice tra aspetti strategici ed operativi

Esaminando la matrice si nota che:

- partendo dal quadrante in basso a sinistra, si è in presenza di una catena non strategica per l'impresa e di una modesta complessità di gestione. La catena della fornitura è quindi di tipo "tradizionale". Il mondo dei fornitori e quello dei clienti sono distinti e ciascuno è focalizzato a comprendere il proprio settore e a competere con concorrenti, simili a lui nel modo di affrontare il mercato. Il rapporto tra fornitori e clienti è improntato sull'indipendenza da cui deriva una "scarsissima collaborazione", ciascuno fa la propria strategia. Se, per caso, gli obiettivi dell'uno o dell'altro sono in contrapposizione, si finisce per lottare, altrimenti non si sopravvive.

- La gestione, invece, di una catena che richiede libertà di strategia alle imprese, ma che risulta complessa da gestire, spinge al “coordinamento”, è il quadrante in basso a destra. Il coordinamento serve sostanzialmente per eliminare quegli sprechi che la gestione di una catena complessa di solito genera. Si pensi, ad esempio, alla gestione dei prodotti nei supermercati e alle conseguenti scorte che occorre tenere a magazzino.
- Nei quadranti alti le operazioni che si svolgono lungo la catena assumono anche un rilievo strategico. Il che significa che il lavorare ben coordinati consente di battere la supply chain dei concorrenti. Nel caso ci si trovi ad operare in un ambiente semplice, l’atteggiamento vincente è collaborare. Nei fatti ciò significa che tutti gli operatori della catena hanno obiettivi coincidenti e quindi i conflitti sono smussati, circoscritti, rari. Tuttavia, essendo la catena semplice da gestire, il lavorare insieme si limita a gestire al meglio gli appuntamenti nel tempo, a evitare doppie attività, a fidarsi reciprocamente. Il quadrante è quello in alto a sinistra, chiamato il quadrante della “collaborazione”.
- Infine c’è il quadrante in alto a destra, quello che è chiamato della “partnership”. È l’unica via per gestire fatti complessi in uno scenario in cui la gestione della supply chain riveste forti valenze strategiche. I partner, in quanto tali, condividono obiettivi, vantaggi, costi e rischi.

A fronte di questo scenario, è possibile trarre alcune indicazioni sulle difficoltà che si trovano quando si devono realizzare in pratica e, soprattutto far funzionare nel tempo i vari modelli all’interno delle differenti supply chain.

Se all’interno della catena, le implicazioni strategiche sono elevate, in quel caso operare da soli “semplifica la vita”. Ogni tipo di relazione, infatti, risulta difficile, dal momento che occorre interfacciare le proprie valenze strategiche con i gradi di libertà di altri. Spesso le due cose sono inconciliabili, ma, se non si vuole il conflitto, si deve cercare una qualche forma di mediazione che non è mai risolutiva. Se invece sono le valenze operative che predominano, allora ci sono grandi vantaggi ad usare qualche tipo di relazione, poiché, operare da soli non paga. Occorre ricercare economie di scala, sinergie a tutti i livelli. E questo vale per qualsiasi settore, e per qualsiasi attività, persino nella definizione

dell'assortimento, che sembra essere compito esclusivo del cliente, ma che, in pratica, può essere conveniente farlo con i fornitori.

Ecco che la matrice precedente può essere riscritta in un'altra chiave di lettura andando a leggere, questa volta, sugli assi la convenienza, o meno, ad operare in maniera indipendente, oppure con qualche forma di coordinamento.

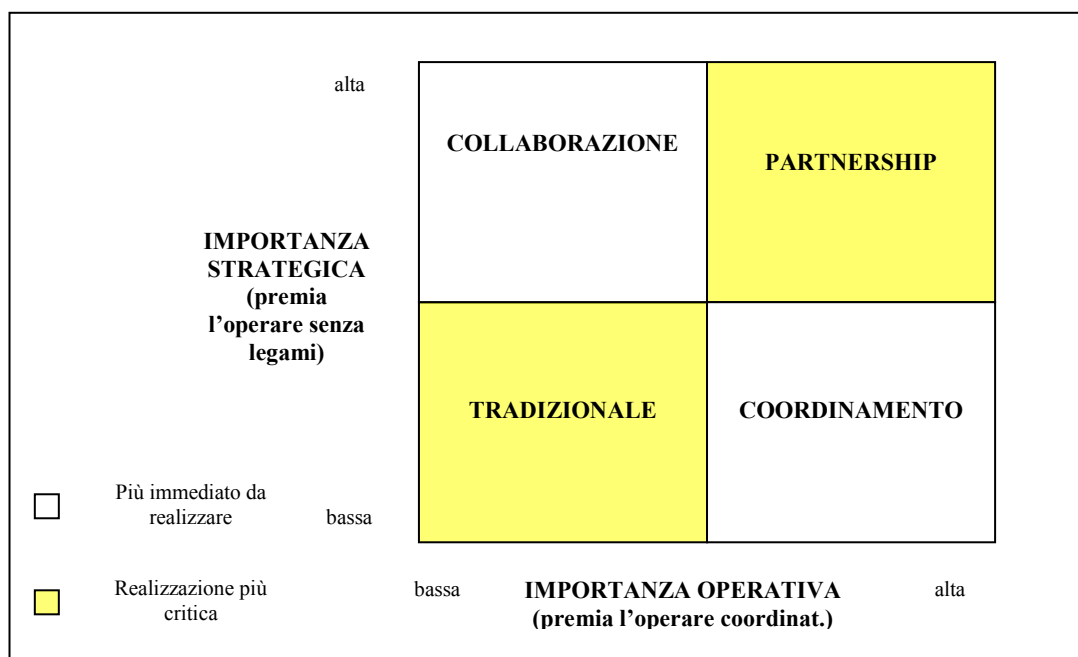


Figura 2-9: Matrice ottenuta incrociando l'aspetto strategico con quello operativo, dal punto di vista della convenienza nella realizzazione

È interessante, a questo punto, rilevare come, nella matrice, la coincidenza tra le esigenze dei fattori strategici e quelle dei fattori operativi si ritrova nei settori chiamati coordinamento e collaborazione. Questi settori possono essere definiti, quindi, di più immediata realizzazione, visto che non vi sono incoerenze tra le esigenze dettate dalla strategia e i vantaggi legati all'operatività.

I conflitti sorgono invece quando aspetti strategici ed operativi hanno esigenze opposte. Il caso cioè in cui le scelte strategiche sono favorite dall'indipendenza mentre i fattori operativi richiederebbero, al contrario, forti relazioni tra i partner. In questi casi, sorgono (e sono tutti da risolvere se si vogliono raggiungere i benefici) pesanti conflitti di tipo strutturale. È in questa situazione che ricadono gli altri due settori. Quello che colpisce è la scarsa realizzabilità di un modello che è in uso da sempre, quello tradizionale. Se non si

riflette, si rischia di negare l'intera analisi. Sembra che, in apparenza, in questo modello non sembra esservi difficoltà. Nei fatti, le difficoltà sono enormi, solamente che sono state percepite appieno solo in questi ultimi anni. Per quanto riguarda il modello della partnership, si percepisce immediatamente la criticità quando si va a mettere in pratica. Basti pensare all'innaturale scambio di informazioni di tipo tecnologico, ai programmi di sviluppo stilati insieme, ai rischi condivisi quando, ad esempio, si lancia un prodotto in cui non si sa se avrà successo. È il più difficile da realizzare, ma anche quello che assicura il successo.

L'opera di scelta di un modello che si vuole applicare è la variabile cruciale. Per questo deve essere studiata a lungo, profonda, estesa, mediata e, alla fine, adottata con grande determinazione.

2.6 OBIETTIVI

Uno degli aspetti chiave del SCM è che la gestione della catena è finalizzata al perseguimento di specifici obiettivi che sono schematizzabili nel seguente modo:

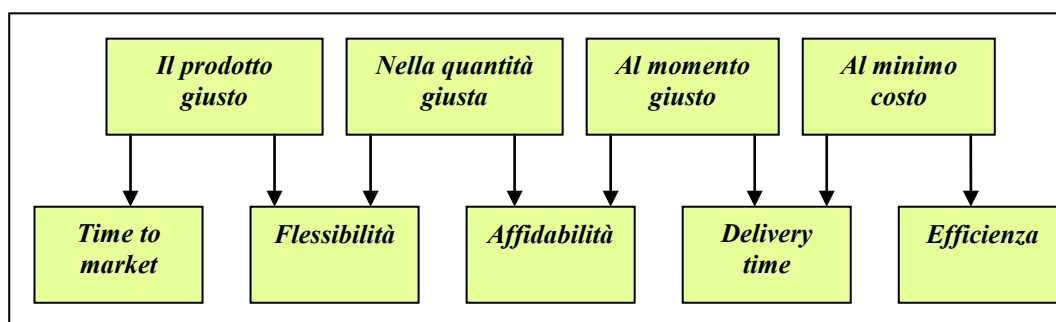


Figura 2-10: Obiettivi SCM

Gli obiettivi della singola impresa dovrebbero quindi coincidere con quelli della supply chain, che ne rappresenta l'estensione fino al cliente finale .

Ogni impresa è orientata al conseguimento dell'obiettivo di creazione del valore per il cliente finale e, in una visione più ampia, per il sistema di stakeholders con cui essa si relaziona e da cui dipende la sua legittimazione sociale. In tale ottica, il SCM è il processo

che si fa portatore dell'obiettivo di creazione di valore per il cliente finale. Questo obiettivo può essere raggiunto mediante il conseguimento di ulteriori obiettivi, che la dottrina identifica e definisce in modo non sempre concorde. È possibile, comunque, identificare due obiettivi chiave lungo la catena di fornitura che dovrebbero essere perseguiti simultaneamente e che, nella loro interrelazione, racchiudono le diverse finalità attribuibili al processo di SCM. Gli obiettivi sono:

1. l'offerta di un adeguato livello di servizio al cliente finale;
2. la reattività della catena, che comprende il duplice aspetto della gestione della catena in ottica di *"time compression"* e la capacità di adattamento al mercato in modo flessibile.

Riguardo al primo obiettivo il prodotto o servizio di un'impresa non ha e non produce valore fino a quando non si trova nelle mani del cliente. Per questo motivo le imprese devono rendere il proprio prodotto o servizio il più "desiderabile" possibile al fine di indurne l'acquisto e implementare una serie di azioni che ne favoriscano il riacquisto nel tempo. Tutto questo in un contesto di mercato caratterizzato da un elevato livello di concorrenza e da una crescente selettività da parte del consumatore.

Il perseguimento del più elevato livello possibile di servizio al cliente e la gestione attenta delle relazioni rappresentano un requisito per la soddisfazione e quindi fidelizzazione del cliente. L'attivazione di tale circolo virtuoso comporta, come indicato in figura 2.11, un incremento della profittabilità di lungo termine e quindi la creazione di valore per le imprese e per la catena di fornitura. Per questo motivo le imprese all'interno della catena dovrebbero condividere una visione della supply chain orientata alla valorizzazione del cliente finale.

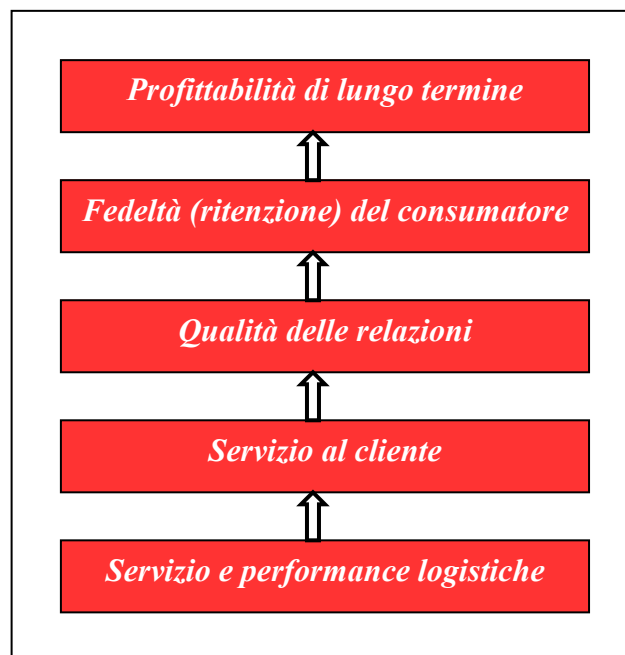


Figura 2-11: *I fattori chiave della profittabilità del cliente nel lungo periodo*

La focalizzazione sul cliente finale è quindi il pre-requisito per una gestione della supply chain orientata al perseguimento del più elevato livello di servizio per il cliente.

Invece, riferendoci alla reattività della SC, la gestione del “tempo” e quindi la ricerca del time compression si traducono, in ambito di supply chain management, nell’obiettivo di riduzione del lead time, inteso quale tempo intercorrente tra il ricevimento di un ordine e la sua evasione. Tale obiettivo presenta un riflesso significativo sul servizio al cliente, in quanto determina la capacità dell’impresa e della intera catena di garantire al cliente la consegna del prodotto nel più breve tempo possibile. Tale obiettivo consente inoltre di rispettare il principio di “disponibilità” dei prodotti (*product availability*). L’obiettivo di time compression deve tuttavia essere perseguito nel rispetto delle caratteristiche tecnologico-innovative dei processi manifatturieri dell’impresa, che possono in tal senso rappresentare dei vincoli o delle opportunità in ottica di gestione del tempo. Inoltre, vale la pena di ricordare che una efficiente ed efficace gestione dei lead time presenta effetti positivi anche sulla gestione finanziaria di breve termine: il lead time può essere infatti inteso anche come tempo necessario per convertire un ordine in denaro.

Il trade-off tra un adeguato livello di servizio al cliente, l’efficienza e la sostenibilità finanziaria rappresentano un vero e proprio obiettivo sistemico di SCM.

Parte della dottrina evidenzia che la gestione della catena focalizzata prevalentemente sull'efficienza e l'orientamento verso il solo obiettivo di time compression rappresentano un approccio di gestione della catena secondo il principio di produzione snella (*lean production*). Infatti la “filosofia lean”, propria della gestione della produzione, potrebbe estendersi a tutta la catena e andrebbe a coincidere con una “gestione continua” di tutte le fasi del processo di supply chain management.

Il perseguimento dell'obiettivo di time compression può assumere un carattere più ampio:

- la gestione del lead time deve essere finalizzata alla disponibilità del prodotto per il cliente finale (*product availability*) a valle della catena;
- la gestione del lead time deve assicurare efficienza ai processi e ridurre i tempi ed i costi di gestione del ciclo dell'ordine lungo tutta la catena di fornitura, al fine di migliorare la competitività delle imprese e della catena di fornitura;
- la gestione del lead time deve consentire la sincronizzazione tra i flussi di beni e informazioni, all'interno dell'impresa e all'esterno, verso la catena.

Per questi motivi, una gestione esclusivamente lean-based dei processi all'interno di una catena di fornitura non è sempre e del tutto adeguata, data la variabilità dell'ambiente di riferimento e la necessità di un adattamento continuo, dei processi e dei prodotti, alle caratteristiche della domanda. La gestione dell'obiettivo di time compression presuppone quindi, un'attività di coordinamento, integrazione e sincronizzazione delle attività e processi gestiti lungo la catena di fornitura. È possibile considerare come esempio l'immagine di un oleodotto per rappresentare la catena di fornitura ed i flussi fisici o immateriali delle attività e dei processi che si muovono al suo interno. All'interno di tale oleodotto è possibile identificare i “momenti chiave” nella gestione del lead time complessivo della catena di fornitura, i quali possono essere rappresentati da singole imprese oppure da particolari fasi dei processi.

Parte della letteratura ha inoltre evidenziato che una gestione della catena di fornitura in ottica di time compression consente non solo di contribuire alla riduzione dei costi ma anche ad un incremento dei ricavi e quindi della profittabilità. Come indicato in figura 2.12, infatti, l'orientamento alla riduzione del lead time genera una maggiore attenzione al mercato, il che dovrebbe tradursi in un'analisi più attenta dei cambiamenti in atto e, quindi, in un tendenziale miglioramento delle previsioni di mercato.

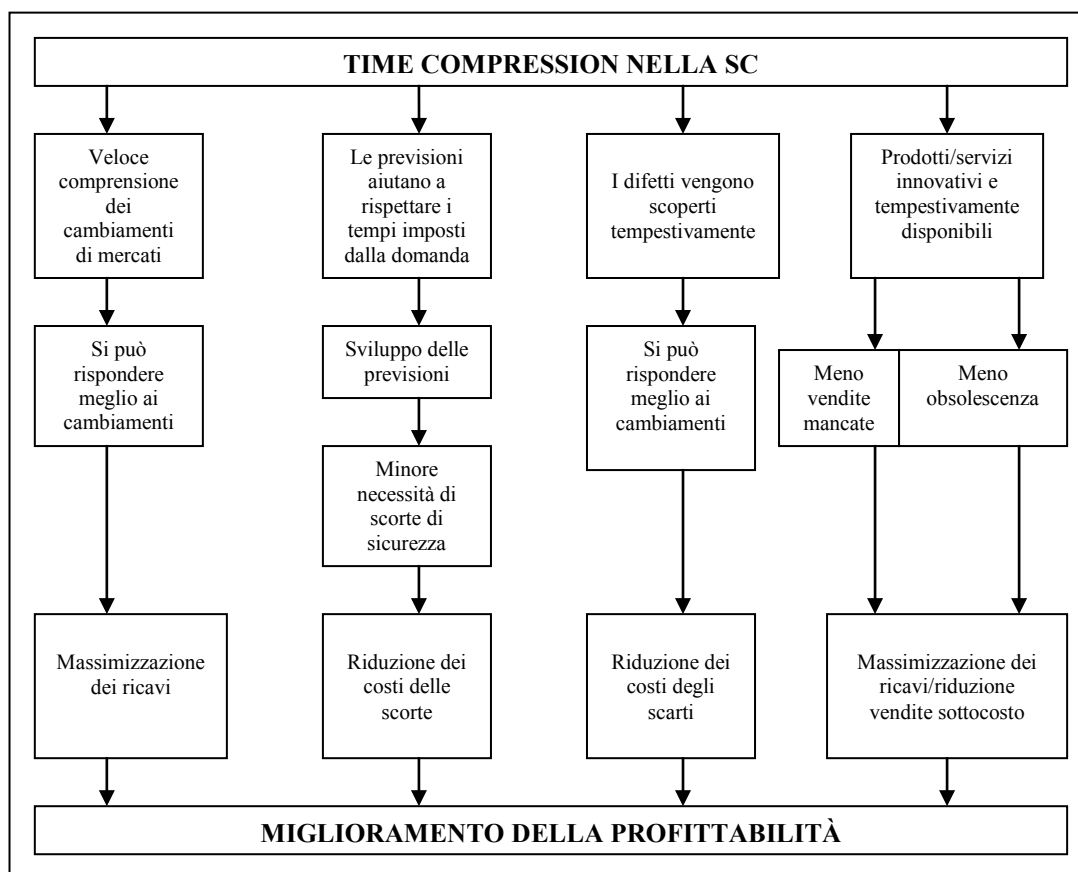


Figura 2-12: Gli effetti della “time compression” sull’efficienza complessiva

Tutto questo determina una migliore capacità di programmare la produzione e, quindi, di ridurre le scorte. Parallelamente, l’orientamento alla riduzione del lead time induce ad un controllo dei processi in itinere finalizzato a monitorare e ridurre il livello degli scarti in produzione ed in fermo-macchina complessivi. Infine, tale orientamento al mercato permette di rendere più efficace il processo di innovazione dei prodotti (*product development management*) e quindi la competitività dell’impresa.

La flessibilità della supply chain consiste invece nella capacità di rispondere alle mutevoli richieste derivanti dal mercato e dalla domanda, specie se caratterizzata da un significativo livello di varietà e variabilità. Parte della letteratura ha definito questo obiettivo con l’espressione “*responsiveness*”, intesa quale capacità di rispondere efficacemente alle richieste del cliente, in ottica quindi di servizio. Altra parte della letteratura sottolinea invece che l’obiettivo di flessibilità deriverebbe dalla particolare condizione di incertezza in cui le imprese e le rispettive catene di fornitura si trovano ad operare. Da questo punto di vista

l'assenza di un ambiente stabile e prevedibile porterebbe le imprese, anche quelle non spiccatamente “*demand driven*”, a dover apprendere nuove modalità di risposta al mercato, non sempre programmabili. In ciò starebbe la necessaria flessibilità del supply chain management.

L'obiettivo di flessibilità determina quindi la necessità per le imprese di raggiungere un certo livello di agilità (*agility*), definita come capacità di risposta in condizioni ambientali non prevedibili e di fronte ad una domanda volatile. Tale obiettivo deve tuttavia armonizzarsi con un requisito di “snellezza” dei processi, il quale può essere del tutto applicabile solo in ambienti stabili, dove la produzione possa essere orientata alla massimizzazione della efficienza e produttività.

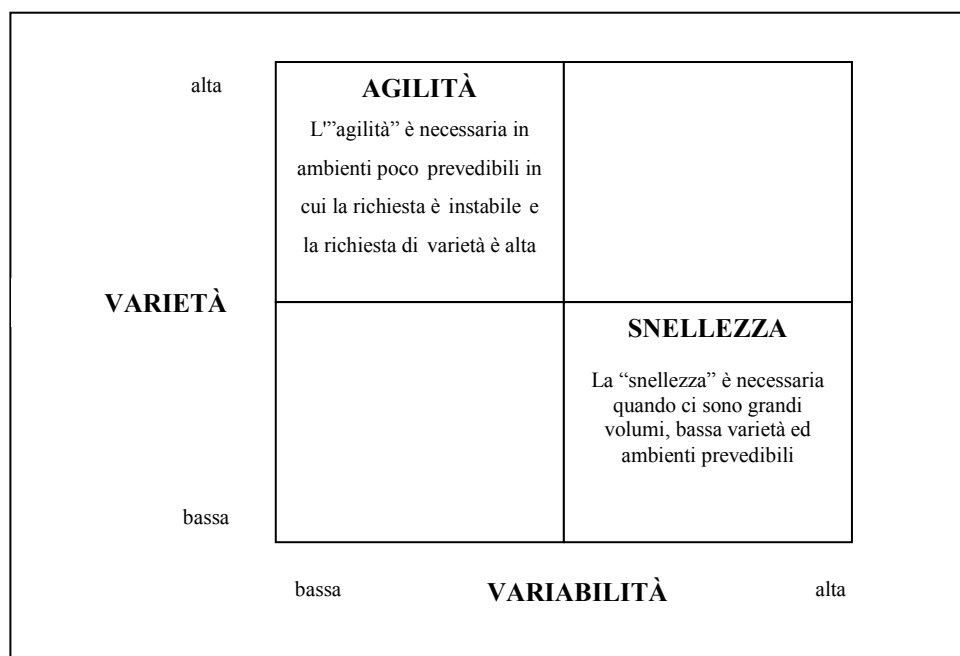


Figura 2-13: I paradigmi di agilità e snellezza

Il raggiungimento del miglior trade-off tra gli obiettivi di agilità o snellezza dipende da molteplici variabili, quali il settore di appartenenza, le caratteristiche dell'impresa considerata e della rispettiva catena di fornitura.

Alcune imprese, al fine di rispondere all'incertezza della domanda e per rispettare un obiettivo di efficienza, tendono ad incrementare la cosiddetta “robustezza” dei processi (*reliability*) e delle performance della catena. Il principio di reliability si riferisce in particolare all'obiettivo di rendere i processi il più possibile “affidabili”, agendo sia in fase

di progettazione di essi che in fase di gestione, mediante un elevato livello di controlli di processo. Nel contesto della catena di fornitura, l'obiettivo della reliability è quindi la riduzione per quanto possibile dell'incertezza, cioè delle deviazioni inaspettate nei “comportamenti” dei processi lungo la catena. Sembra tuttavia che le imprese orientate ad una gestione della incertezza in ottica di reliability siano maggiormente focalizzate sull'obiettivo di snellezza piuttosto che sulla ricerca di un trade-off tra snellezza ed agilità dei processi in ottica di flessibilità.

Per molte imprese le tre “sfide competitive” sono:

- garantire un adeguato livello di servizio al cliente (*customer service*);
- la rapidità di adattamento al mercato (*responsiveness, availability, time compression e agility*);
- l'efficienza (*leaness*).

Tali obiettivi sono spesso compresenti, e per questo è necessario il perseguimento simultaneo. Le imprese devono inoltre, gestire le relazioni inter-aziendali all'interno della catena. Esiste infatti una notevole correlazione e dipendenza reciproca tra le azioni poste in essere delle diverse organizzazioni all'interno della supply chain. L'operato di ogni impresa genera infatti “effetti a catena” a monte e a valle della singola organizzazione, i quali sono in grado di influire significativamente sul perseguimento degli obiettivi complessivi.

Parte della letteratura evidenzia infatti che le imprese spesso cercano di agire autonomamente, indipendentemente dagli altri membri della catena di fornitura. Questo atteggiamento, che in taluni casi appare premiante nel breve periodo per la singola impresa, danneggerebbe tuttavia la buona salute della catena nel medio termine, penalizzando quindi anche le imprese migliori all'interno di essa.

L'assenza di cooperazione all'interno della catena di fornitura si esprime generalmente nella mancanza di condivisione delle informazioni. La non-conoscenza del proprio mercato finale accresce il livello di incertezza in cui si trovano ad operare le imprese che si trovano a monte della catena. In tali condizioni di incertezza, una prima e frequente reazione da parte delle imprese consiste spesso nella creazione o innalzamento del livello delle scorte, al fine di soddisfare l'obiettivo di availability dei prodotti per il cliente finale. In questo modo tuttavia le imprese rinunciano o penalizzano la loro flessibilità, con gravi conseguenze, lungo la catena, in termini di efficienza ed infine anche di servizio per il cliente finale.

La mancanza di collaborazione tra le imprese della catena di fornitura genererebbe quindi, indirettamente, una prevalenza dell'obiettivo di disponibilità dei prodotti, ricercato mediante l'innalzamento delle scorte, rispetto all'obiettivo di flessibilità. Tale scelta, che in alcuni casi potrebbe essere opportuna sulla base delle caratteristiche specifiche della catena, dovrebbe tuttavia essere assunta consapevolmente, mediante una attenta ponderazione del grado di importanza assegnato ai diversi obiettivi.

Tali riflessioni sugli obiettivi del SCM permettono quindi di comprendere il motivo per cui gli obiettivi della catena di fornitura dovrebbero essere condivisi dalle imprese che ne fanno parte.

L'identificazione delle imprese partner all'interno della catena, con le quali condividere un approccio strategico alla gestione della supply chain, risulta quindi fondamentale. Per identificare i membri critici della catena è quindi necessario mappare preliminarmente i flussi di attività ed i processi ritenuti centrali. Allo stesso modo, la componente di rischio insita nelle attività di gestione della catena dovrebbe essere controllata mediante la cooperazione dei membri della catena che sono in grado di intervenire efficacemente sui flussi e sulle fasi di loro specifica competenza.

2.7 APPLICAZIONI DEL SCM

Le applicazioni del SCM hanno lo scopo di supportare il management nell'attività di pianificazione, ottimizzazione e processo decisionale; in particolare, nell'ambito dell'attività di misurazione delle performance, è possibile:

- definire, monitorare e controllare i principali indicatori di natura non finanziaria in unico ambiente;
- avere visibilità anticipata sul futuro andamento degli indicatori stessi;
- effettuare simulazioni di tipo “*what if*” per verificare l'impatto sugli indicatori di performance delle diverse scelte di gestione.

Un ruolo fondamentale nel SCM è svolto dall'ICT (*Information Communication Technology*): supportare una base informativa per i diversi soggetti coinvolti, permettere

l'ottimizzazione del servizio al cliente, aumentare la velocità di comunicazione, ridurre i costi di processo, tracciare le informazioni, consentire reazioni veloci ad eventi imprevisti che si verificano lungo la catena virtuale. I metodi informatici utilizzabili per evitare cali di efficienza e mantenere fluido il flusso informativo lungo la catena logistica sono sostanzialmente di tre tipi:

- alcune grandi aziende impongono un sistema informativo comune ai loro fornitori e subfornitori per snellire e semplificare il processo;
- altre utilizzano tecnologie IP (Internet, Intranet, Extranet, email) che permettono loro di comunicare in modo efficace e diretto con fornitori e clienti, indipendentemente dai sistemi legacy in uso;
- altri ancora utilizzano sistemi ERP (*Enterprise Resource Planning*)⁹ che comprendono i moduli necessari alla gestione dell'intera catena del valore (tra cui SCM).

Quest'ultima soluzione si adatta in modo particolare alle aziende che possiedono magazzini e impianti produttivi dislocati in località distanti tra loro e dalla sede aziendale; l'accessibilità via internet, Intranet, EDI fa sì che le informazioni siano disponibili, in tempo reale, dove necessario.

Attraverso questa soluzione i benefici ottenibili sono:

- trasparenza e visibilità sull'intera supply chain di dati riguardanti vincoli, saturazione di risorse e utilizzo di materiali;
- maggiore velocità nel prendere decisioni per rispondere adeguatamente a tutte le variazioni, sia interne che esterne, che impattano sul normale flusso di approvvigionamento-produzione-delivery;
- migliore utilizzo delle risorse e riduzione delle giacenze di magazzino;
- miglior servizio e migliore informazione al cliente.

L'ottimizzazione delle procedure di gestione, di approvvigionamento e di delivery necessita fondamentalmente di strumenti efficaci e innovativi in grado di eliminare le problematiche

⁹ Un'ERP è un sistema informativo integrato con un'unica base di dati, che ha come obiettivo quello di coordinare e gestire tutte le attività aziendali, rendendo l'informazione disponibile a tutti i livelli dell'organizzazione. Si tratta dunque di un sistema di gestione, chiamato in informatica "sistema informativo", che integra tutti gli aspetti del business e i suoi cicli, inclusa la pianificazione, la realizzazione del prodotto (*manufacturing*), le vendite, gli approvvigionamenti, gli acquisti, la logistica di magazzino e il marketing.

legate alla comunicazione e alla condivisione delle informazioni, al fine di ridurre in modo sensibile i costi relativi (telefono, fax, ore lavoro), i tempi di approvvigionamento e di *follow-up* (tempo di monitoraggio). Gli strumenti di SCM rispondono principalmente a questi obiettivi, cioè al raggiungimento della massima efficienza nei processi di comunicazione e nei flussi informativi lungo la catena logistica estesa (dal subfornitore al cliente finale). L'ottimizzazione del SCM può anche essere schematizzata su tre livelli:

- sul piano strategico si tratta di definire la struttura e l'utilizzo del network fisico per raggiungere gli obiettivi di business al minor costo. Questa fase rappresenta il momento in cui viene definita la struttura della SC, e pertanto viene definita la configurazione dell'intera rete degli stabilimenti, dei centri di distribuzione, dei fornitori;
- sul piano tattico il SCM riguarda la previsione della domanda, della produzione, della distribuzione e del trasporto e dei relativi metodi di gestione. In questa fase vengono definiti i piani d'azione e resa esecutiva la strategia definita nella fase precedente. Le decisioni prese in questa fase si basano su previsioni di mercato di medio termine;
- sul piano operativo, riguarda la programmazione ed esecuzione delle operazioni e della trasmissione in tempo reale delle informazioni che consentono di avere la conoscenza dello stato del singolo stabilimento. In questa fase vengono schedate ed eseguite le attività. Le decisioni di questa fase vengono prese sulla base di un arco temporale di breve termine.

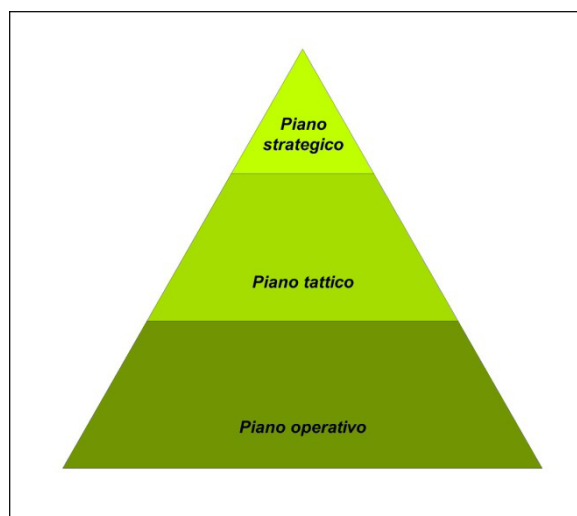


Figura 2-14: Livelli di ottimizzazione del SCM

Sempre con riferimento alle funzionalità, le applicazioni del SCM possono essere suddivise in due segmenti: *Supply Chain Planning* e *Supply Chain Execution*.

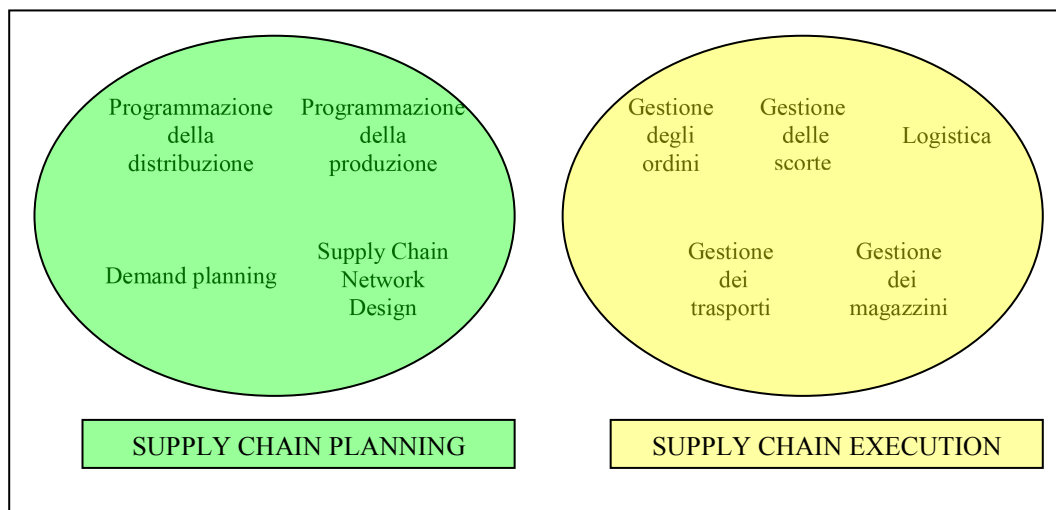


Figura 2-15: *Supply Chain Planning e Supply Chain Execution*

Il primo segmento raggruppa e analizza le informazioni contenute nel database aziendale per prevedere la domanda e di conseguenza programmare la produzione; può essere applicato per decisioni operative e strategie di lungo termine. Il secondo utilizza le informazioni generate dal primo per guidare la produzione, la logistica e i movimenti di materie prime, componenti e prodotti finiti. Può essere usato per determinare la capacità produttiva e creare un piano di produzione che soddisfi le esigenze di domanda e sia adattabile ai cambiamenti.

I principali benefici legati all'adozione di soluzioni SCM sono chiaramente identificati dalle tre "C":

1. cooperazione: attraverso la comunicazione e lo scambio di informazioni relative al livello delle scorte, dati previsionali, trend di vendita, trend della domanda, il livello di cooperazione tra i soggetti presenti lungo la supply chain aumenta in modo significativo;
2. coordinamento: il coordinamento delle operazioni permette di ridurre i tempi tra l'ordine e la consegna, adottando un approccio just in time;

3. comunicazione: la comunicazione attraverso protocollo IP e il trasferimento di documenti tramite EDI consentono di monitorare in modo efficace le diverse fasi di gestione dell'ordine.

Adottando una soluzione di SCM, le aziende possono ricavare ulteriori vantaggi in più aspetti della loro attività:

- riduzione del capitale circolante, che può essere ottenuta tramite minori scorte e tramite un ciclo cash to cash più veloce;
- efficienza degli investimenti, ottenibile effettuando un ridimensionamento dei magazzini e avendo una maggior disponibilità di informazioni a supporto del processo decisionale in area produzione (es. scelta make or buy di alcuni componenti del prodotto finale);
- miglioramento del servizio al cliente finale;
- riduzione dei costi, ottenibile automatizzando le operazioni ripetitive quotidiane, il comparto packaging e le spedizioni;
- incremento dei ricavi, raggiunto grazie alla possibilità di personalizzazione del prodotto.

2.8 LA NATURA DELLE RELAZIONI CLIENTE-FORNITORE

La necessità di gestire sistemi logistico-produttivi sempre più complessi da scelte competitive multi-prodotto e multi-mercato si traduce in crescenti stimoli alla ricerca di soluzioni riconfigurabili, in grado di coniugare efficienza operativa ed elevati livelli di servizio. In tal senso, le imprese sembrano rivolgere crescente attenzione alla prospettiva di affidare a terzi porzioni, anche rilevanti, dei propri processi logistici e/o produttivi. La scelta di *make or buy* in qualunque azienda, con situazioni e obiettivi diversi, non è mai facile. L'integrazione verticale è la misura di quanto un'azienda possiede nella rete di cui fa parte. Di solito presuppone l'analisi della convenienza dell'outsourcing di alcune attività in base all'importanza strategica dell'attività stessa o della prestazione d'azienda che si va ad esternalizzare. La scelta di integrazione verticale prevede un certo grado di integrazione, che

definisce fino a che punto si deve spingere l'integrazione e una direzione dell'integrazione verticale; si parla infatti integrazione sul "lato dell'offerta" quando l'espansione si dirige verso l'acquisizione di fornitori, si parla di integrazione sul lato della "domanda" quando invece l'espansione comporta l'acquisizione di uno dei suoi clienti o è spinta in quella direzione.

D'altra parte si assiste ad un processo di evoluzione della scelta di esternalizzazione che assume una portata strategica sempre maggiore, connotandosi come scelta di collaborazione di medio-lungo termine. La figura 2.17 riassume la trasformazione dei modelli di relazione, così, a *transazioni singole*, orientate a orizzonti di breve termine e basate su accordi poco strutturati e fortemente legati ad obiettivi di costo, si sostituiscono progressivamente, transazioni ripetute in *accordi quadro*, che si sostanziano in relazioni formalizzate, fondate su mutue obbligazioni di medio periodo, sino ad affermarsi, in alcuni contesti, *forme cooperative*, o alleanze strategiche, pur connotate da diversi gradi di integrazione e tra le parti.

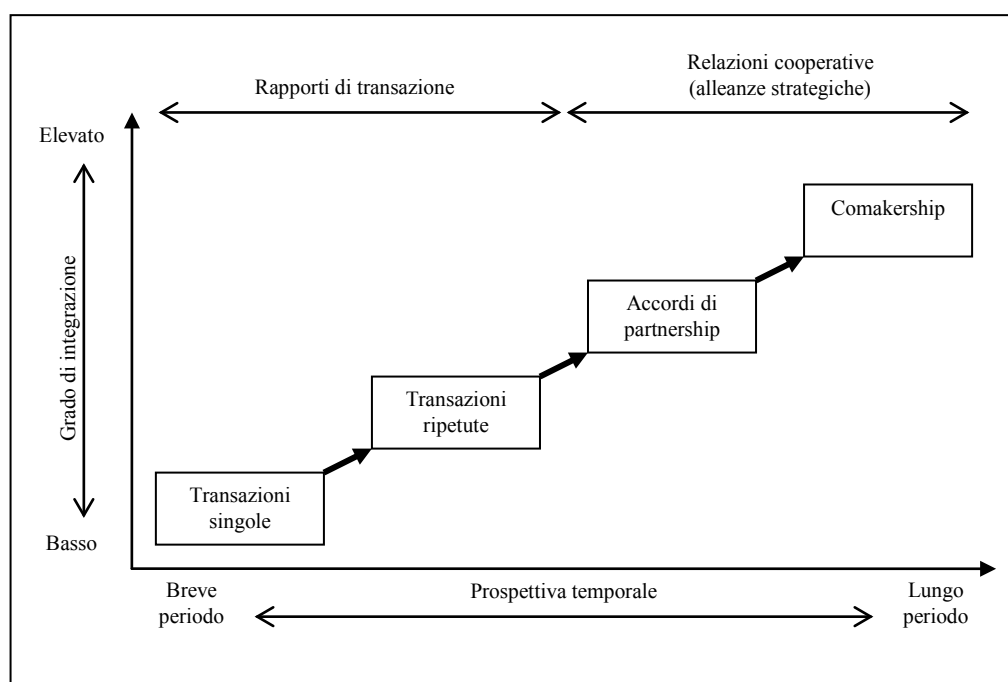


Figura 2-16: Le relazioni cliente-fornitore

Le relazioni di *partnership* generalmente impegnano le parti su un orizzonte temporale di lungo periodo pari al ciclo di vita commerciale di un prodotto; in quelle di *comakership*

invece, la collaborazione non si limita alla fornitura di beni o servizi e alla condivisione di informazioni e programmi gestionali, ma comprende anche attività più tecniche di progettazione e sviluppo congiunti di un nuovo prodotto. In merito alle modalità relazionali di approvvigionamento, una leva decisionale importante è sicuramente la scelta del numero di fonti di fornitura dalle quali una azienda decide, o è vincolata, ad approvvigionarsi. Le opzioni più diffuse differiscono anche per il grado di potere contrattuale detenuto dall'azienda cliente e per il potenziale livello di integrazione cui possono indurre. Quando l'azienda decide di avere un solo fornitore (*single sourcing*), si instaurano delle relazioni durature di lungo periodo, che possono anche concretizzarsi in rapporti di partnership. Tale scelta può essere però anche vincolata da specifiche caratteristiche tecnologiche o funzionali di un prodotto che limitano nei fatti il numero di potenziali fornitori qualificati a produrlo. Se il fornitore detiene, però, una posizione monopolistica sul mercato, tale modalità si trasforma in *sole sourcing* e può degenerare in comportamenti opportunistici, perciò tale scelta comporta una maggiore assunzione di rischio.

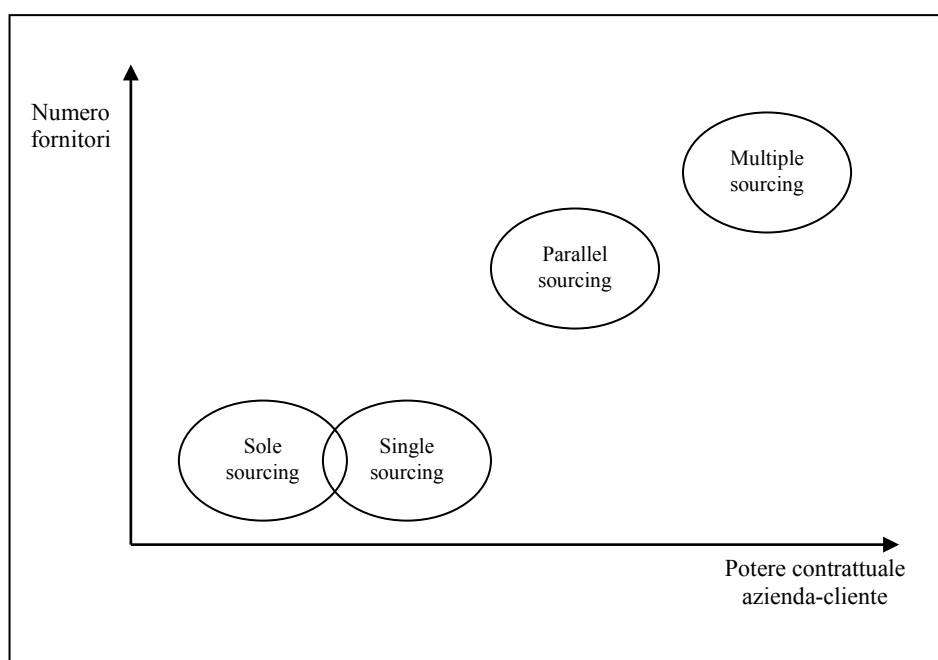


Figura 2-17: Relazioni cliente-fornitore in base al numero di fonti di approvvigionamento

Una scelta che comporta una continuità della fornitura e alti livelli di servizio è quella di *multiple sourcing*, quando l'azienda si approvvigiona presso diversi fornitori, mentre la

parallel sourcing è una forma intermedia tra single sourcing e multiple sourcing, quando ad esempio per rifornire gli stessi componenti destinati a due stabilimenti distinti vengono selezionati stabilmente due fornitori diversi. La cerchia di fornitori è comunque molto ristretta affinché questi continuino a sentirsi risorse uniche per alcuni beni, ma avvertano la competizione, aumentando le prestazioni. I fattori che influenzano la definizione della strategia di approvvigionamento sono dunque vari e complessi ma di fondamentale importanza e risultano: la localizzazione geografica dei fornitori, la complessità tecnologico-funzionale dei componenti necessari e i relativi volumi.

2.8.1 Il processo di procurement

Il processo di procurement riguarda tutte le attività inerenti l'approvvigionamento e la gestione dei fornitori. Al di là della specifica realtà aziendale e settoriale di appartenenza, possiamo distinguere due processi principali nell'ambito del macro-processo di procurement: il processo di *sourcing* e il processo *purchasing*.

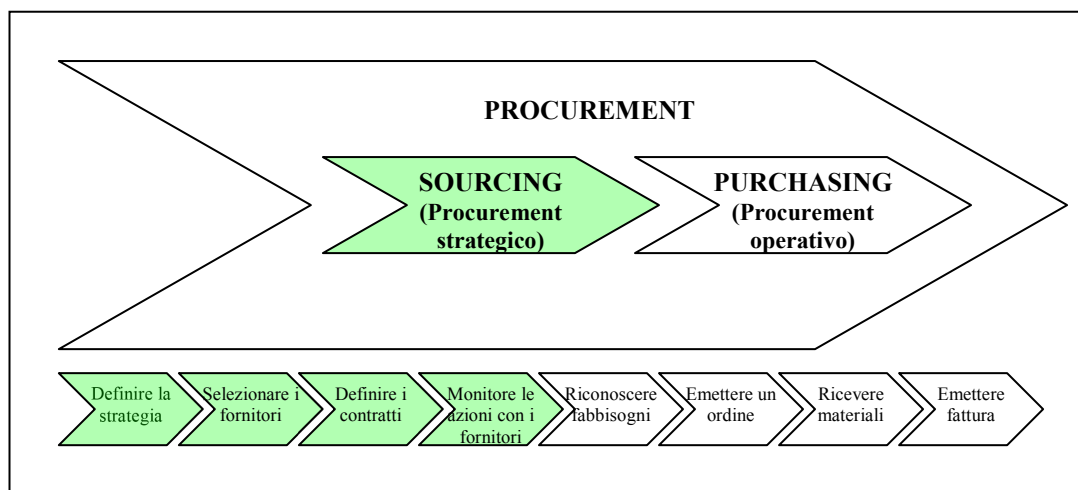


Figura 2-18: Processo di "procurement"

Il **processo di sourcing** ha un alto valore strategico perché delinea gli scenari futuri in cui l'azienda opererà le proprie scelte di acquisto attraverso la definizione delle strategie di approvvigionamento, la ricerca e la valutazione di potenziali fornitori che potranno

soddisfare le esigenze aziendali, la negoziazione delle condizioni d'acquisto e dei contratti con i fornitori selezionati e il monitoraggio delle azioni con i fornitori.

La *gestione degli acquisti* deve essere coerente con la strategia aziendale, a sua volta coerente con la strategia della supply chain nella quale l'azienda opera e pertanto non può esserne svincolata. Obiettivi che tendono ad una leadership di costo, o all'elevata capacità di innovazione, o all'alta flessibilità e qualità di prodotti e servizi sono imprescindibili per le azioni di approvvigionamento.

Tra le attività del procurement vi è sicuramente quella di segmentare in categorie *portafoglio di materiali* da approvvigionare, e identificare per ciascuna di queste una strategia di approvvigionamento comune, che tiene conto della tipologia di materiale di acquisto, dell'importanza strategica dell'acquisto e del grado di reperibilità dell'oggetto da acquistare.

Attività fondamentale risulta il *monitoraggio in itinere* delle prestazioni dei propri fornitori, con il controllo della conformità alle specifiche stabilite da contratto e le azioni da intraprendere in caso di non conformità. Per portare a termine queste attività vengono utilizzati sistemi *vendor rating* che consentono di valutare il posizionamento del fornitore in base a specifici criteri e indicatori, che riguardano anche le capacità organizzative e il potenziale strategico rispetto al business del cliente, con l'obiettivo ultimo di stilare una classifica per estrarre informazioni utili a supporto delle decisioni riguardanti il portafoglio delle fonti di approvvigionamento. **Il processo di purchasing** ha carattere strettamente operativo e si focalizza sulla gestione degli acquisti, che avviene attraverso le fasi di riconoscimento del fabbisogno, emissione ed evasione dell'ordine, ricezione dei materiali e emissione della fattura, ma anche sulla gestione dei reclami e la richiesta di ricambi. Si diffonde sempre più in questo ambito l'utilizzo di internet e di soluzioni e-procurement.

2.8.2 Selezione dei fornitori

La selezione dei fornitori è una delle attività più critiche date le conseguenze sull'intero processo di creazione dei beni o servizi, infatti richiede esperienza per scegliere una buona

combinazione delle informazioni riguardanti i singoli fornitori e le caratteristiche dei beni da acquistare.

È sbagliato considerare il prezzo di acquisto l'unica variabile decisiva, va tenuto conto dell'importanza di tutti i fattori che concorrono alla definizione del costo totale di fornitura di un prodotto, per esempio:

- Lead time di rifornimento: all'aumentare del tempo di rifornimento corrisponde l'incremento proporzionale delle scorte di ciclo e di sicurezza, con evidente impatto sui costi di mantenimento.
- Puntualità: questo fattore è collegato al precedente, potendo comportare anch'esso un aumento del lead-time rispetto a quanto pattuito, quindi un aumento delle scorte e del costo di mantenimento.
- Flessibilità di fornitura: si misura in base alla massima variazione di quantità di un ordine che il fornitore può garantire senza pregiudicare il suo livello di servizio, pur salvaguardando affidabilità e puntualità nelle consegne.
- Frequenza di consegna e dimensione del lotto minimo: lotti minimi di grandi dimensioni comportano un più alto indice di rotazione delle scorte e, di conseguenza, quindi un aumento dei costi complessivi di stoccaggio.
- Politiche di prezzo: stabiliscono i ritardi massimi consentiti per il pagamento da parte del cliente e le politiche di sconto sulle quantità.
- Capacità di condividere informazioni: capacità del fornitore di condividere le informazioni e i dati sull'attività produttiva e di vendita, con attenzione e riservatezza quando necessaria.
- Tasso di cambio, tasse doganali: si tratta di fattori rilevanti nella scelta di fornitori operanti in altri Paesi.

2.8.3 Tipologia dei contratti

Una volta selezionati i fornitori, vanno definiti i termini contrattuali che ne regolano il rapporto con i buyer. I contratti, oltre a rendere espliciti i termini della relazione cliente-

fornitore esercitano anche un significativo impatto sul comportamento e sulle prestazioni degli attori coinvolti. Accanto alle già viste forme contrattuali tradizionali (transazioni e accordi quadro), si identificano le seguenti categorie di contratti:

- *contratti basati su politiche di sconto sulla quantità* con l'obiettivo di minimizzare il peso dei costi di transazione, incentivando l'acquisto di grandi quantità. Tuttavia non corrispondendo le quantità ordinate all'effettivo sell-out questa pratica può comportare un atteggiamento degenerare degli attori operanti ai livelli più alti della filiera.
- *Contratti di buy-back* quando si stabilisce che il cliente può restituire al fornitore la merce invenduta e ad un prezzo preventivamente concordato; questo per stimolare il cliente ad acquistare quantità maggiori permettendo al fornitore di mantenere un livello di produzione costante, spostando verso valle il rischio e l'incertezza di mercato. L'eventuale accumulo di prodotti invenduti può essere causa di alti costi di stoccaggio o addirittura quando questi non sono riassorbibili dal mercato, di obsolescenza e di smaltimento. Si può ovviare a questi problemi, attraverso campagne promozionali.
- *Contratti di revenue sharing* in base ai quali il cliente paga un prezzo unitario di acquisto più basso, condividendo con il venditore una frazione del ricavo per ogni unità venduta.
- *Contratti di saving sharing* che mirano ad una condivisione, da entrambe le parti, dei risparmi accumulati in un certo periodo ad esempio nel processo di certificazione di qualità che permette di ridurre o eliminare del tutto il controllo in accettazione da parte del cliente.

2.9 MISURAZIONE DELL'EFFICIENZA DI UNA SUPPLY CHAIN

Dopo aver analizzato tutte le caratteristiche più importanti di una SC, bisogna passare allo studio degli strumenti necessari per valutare correttamente l'efficienza della rete. Quest'ultima può essere misurata in termini di: disponibilità, risposta, qualità, agilità.

La disponibilità riguarda la capacità che ha l'intero sistema di soddisfare costantemente le richieste da parte dei clienti finali. Il parametro classico di riferimento è:

$$\varepsilon = \frac{\text{OrdiniEvasi}}{\text{Tot.OrdiniRicevuti}} * 100 \quad (2.1)$$

Riguarda essenzialmente la definizione delle scorte e dei punti di stoccaggio all'interno del canale di fornitura, tale da limitare, con il livello minimo di risorse impiegate, il numero di rotture di stock entro definiti limiti temporali.

La risposta del sistema si riferisce alla durata del ciclo dell'ordine, cioè al tempo intercorso tra la ricezione di un ordine da parte del cliente e la consegna della spedizione. È legata anche all'affidabilità, ovvero al rispetto della data di consegna pattuita. Corrisponde, in pratica, alla velocità e alla regolarità delle consegne in tutto il network. I parametri di misurazione riguardano il tempo medio di durata del ciclo ed i ritardi di consegna, come la percentuale di ordini evasi entro la data di consegna stabilita.

La qualità del servizio si riferisce al modo in cui viene effettuata l'attività logistica globale per quanto concerne la conformità della consegna rispetto all'ordine ricevuto, l'integrità della merce spedita, l'assistenza post-vendita, la soluzione dei problemi imprevisti. I parametri di valutazione della qualità sono orientati alla misurazione dei seguenti elementi: informazioni e supporto al prodotto. Questi parametri misurano la capacità dell'azienda di offrire un supporto pre e post vendita in termini di informazioni e servizi.

L'agilità è intesa come capacità del sistema di adattare rapidamente le attività logistiche alle mutevoli richieste del mercato. Questo elemento è correlato alla bontà del sistema informativo, che lega il cliente finale a tutti gli elementi della catena del valore aggiunto, e alle doti di flessibilità di ogni azienda interessata.

Quando le aziende all'interno di una catena di fornitura si focalizzano sull'utente finale è possibile considerare molti indicatori, tuttavia, come evidenziato in Tabella 2.1, questi possono essere aggregati in termini di Qualità, Servizio, Costo e Tempo.

Tabella 2-1: Indicatori di performance della SC in termini di Qualità, Servizio, Costo e Tempo

QUALITA'	SERVIZIO	COSTO	TEMPO
Soddisfacimento delle esigenze del cliente	Supporto al cliente	Progettazione	Dalla ricezione dell'ordine alla consegna
Idoneità all'uso	Assistenza al prodotto	Produzione	Dalla progettazione alla produzione
Integrità del processo	Supporto al prodotto	Distribuzione	Ritardo della consegna
Scostamenti minimi	Flessibilità verso i mutamenti del mercato	Garanzia della qualità	
Eliminazione degli sprechi	Flessibilità verso le richieste dei clienti	Amministrazione	
Miglioramento continuo		Materiali e scorte	

L'integrazione di queste componenti rappresenta il valore totale di un prodotto per l'utente finale.

$$VALORE = \frac{QUALITA' * SERVIZIO}{COSTO * TEMPO} \quad (2.2)$$

2.10 OSTACOLI ALL'IMPLEMENTAZIONE DEL SCM

La tendenza generale è per una sempre più ampia diffusione dei modelli di SCM; tuttavia, esistono degli ostacoli che tendono ad emergere e ad inibire scelte razionalmente ed economicamente più che corrette: si tratta per la maggior parte di barriere legate all'ambito culturale dell'impresa e del Paese nella quale essa opera. Esiste la propensione per determinati tipi di imprese, infatti, ad essere complessivamente più statiche di altre nell'adozione di procedure gestionali ed operative nuove e più efficienti. Le cause vanno ricercate nel tipo di mercato nelle quali esse operano: se questo non è caratterizzato da una

particolare concorrenza, oppure non è sensibile alle innovazioni tecnologiche, esso non stimola a sufficienza le imprese nell'essere abbastanza attive per acquisire e sfruttare nuove opportunità e nuove metodologie gestionali. Molto più spesso, sono fattori interni al management dell'impresa a far emergere difficoltà nell'abbandonare anche solo parzialmente modelli gestionali, strategici ed organizzativi che ne avevano decretato il successo in passato, specialmente se tale evento dovesse comportare, come richiederebbe un SCM esteso, una minor indipendenza, dovuta alla condivisione con imprese terze di parte delle scelte strategiche. Al contrario le aziende giovani o legate a settori economici più dinamici, con elevati livelli di concorrenza, o comunque soggetti a frequenti evoluzioni, spesso dimostrano una maggiore elasticità e un maggior dinamismo, cosa che permette loro di emergere a discapito delle imprese meno reattive.

Tabella 2-2: Ostacoli all'implementazione del SCM

MOTIVI DI RESISTENZA	PERCENTUALE
Resistenza al cambiamento	52%
Scarsa disponibilità dei dati	51%
Complessità di progettazione	49%
Inadeguatezza struttura organizzativa	41%
Definizione degli obiettivi poco chiara	40%
Altre priorità	39%
Scarsa trasversalità funzionale	35%
Fiducia insufficiente in clienti e fornitori	31%

Quanto detto trova conferma nei dati che emergono da ricerche condotte su un campione di imprese manifatturiere europee, alle quali sono state sottoposte alcuni questionari concernenti l'approccio gestionale integrato delle forniture. Come riportato nella tabella, tra quelle che hanno dimostrato di non essersi mosse sinora in questa direzione, è emerso che gli ostacoli maggiori sono costituiti, per il 52% dei casi, dalla resistenza del management al cambiamento, mentre per il 39% dei casi è una scarsa attenzione all'evoluzione delle strutture del mercato ad impedire il conseguimento di un maggior successo; gli altri limiti

che emergono da tale studio sono la scarsa disponibilità di dati da esaminare (51%), la complessità della ri-progettazione dei processi (49%) e l'inadeguatezza della struttura organizzativa (41%).

BIBLIOGRAFIA

Antinozzi G., “*Misure per Migliorare*”, Logistica Management, Aprile, 2001

Breccia S., Bonomi M., “*I pilastri delle Supply Chain di successo*”, Logistica Management, 1999

Burton T., Boeder M., “*The lean Extended Enterprise*”, J. Ross Publishing, 2003

Chopra S., Meindl P., “*Supply chain management: strategies, planning and operation*”, Prentice Hall, 2004

Christopher M., Peck H., “*Marketing Logistics*”, Butterworth Heinemann, 2003

Cohen S., Roussel J., “*Strategic Supply Chain Management*”, McGraw-Hill, 2005

Ferrozzi C., Shapiro R., “*Supply Chain Management e Strategia*”, in Logistica Management, Marzo 2001

Gaudenzi B., “*La gestione dei rischi nelle catene di fornitura*”, Giuffrè, 2006

Iannone F., “*Origini ed evoluzione della logistica moderna: dalla logistica militare alla macrologistica*”, 2002

Lapide L., “*What about Measuring Supply Chain Performance*”, Achieving Supply Chain Excellence through Technology

Larson P.D., Halldorsson A., “*Logistics Versus Supply Chain Management: An International Survey*”, International Journal of Logistics: Research and Applications, 2004

Marini G., “*Dalla logistica al Supply Chain Management*”, Logistica Management, 2002

Mentzer J.T., “*Supply Chain Management*”, SAGE, 2001

Panati G., Golinelli G.M., “*Tecnica economica industriale e commerciale*”, Carocci, 1991

Romano P., Danese P., “*Supply Chain Management – La gestione dei processi di fornitura e distribuzione*”, McGraw-Hill, 2006

Slack N., Chambers S. e al, “*Gestione delle operations e dei processi*”, Pearson Education, 2007

Tavaglini M., Ravarini A., Sciuto D., “*Sistemi per la gestione dell’informazione*”, Apogeo, 2003

3 SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT

3.1 LA GESTIONE DEI RISCHI NELLA SUPPLY CHAIN

Lo sviluppo ed il riassetto di entità aziendali in supply chain strategiche, mondiali e legate a mercati sensibili, stanno alterando il concetto di rischio aziendale e di conseguenza la gestione delle catene di fornitura. Questi argomenti sono oggi molto più in sintonia con le sfide operative affrontate dalle SC internazionali.

Le supply chain si basano sullo scambio e sulla dipendenza tra aziende che traggono vantaggi economici attraverso tali accordi. Questi vantaggi includono un certo numero di rischi che devono essere sostenuti e gestiti frequentemente. La collaborazione, ad esempio, viene considerata un buon meccanismo per massimizzare i profitti e allo stesso tempo gestire i rischi di dipendenza tra aziende, ma ciò non è sempre possibile, perché gli accordi, come verrà approfondito successivamente, possono essere difficili da “auto-rispettare”. Di conseguenza, i rischi di dipendenza sono strategici e, allo stesso tempo, potenzialmente opprimenti. Questi problemi, caratteristici delle supply chain, uniti ai rischi operativi ed esterni a cui le SC sono esposte, richiedono un’attenzione particolare, riguardante sia la loro misurazione che la gestione. In particolare, la misurazione richiede una comprensione delle motivazioni che spinge un’azienda ad instaurare rapporti di scambi e collaborazione con altre aziende. I manager delle SC hanno un ruolo fondamentale nel raggiungere tale comprensione, focalizzando l’attenzione su questi rischi ed insegnando ai manager aziendali ciò che tali rischi comportano, come misurarli, valutarli ed “interiorizzarli” in calcoli di costi e benefici, generalmente utilizzati per prendere decisioni.

È importante sottolineare, inoltre, che il rischio è anche un grande “motivatore”, in quanto stimola l’innovazione tecnologica, lo sviluppo e la crescita. Senza rischio, non ci può essere profitto. In altre parole, in ottica finanziaria, i profitti possono essere realizzati se gli

imprenditori “rischiano” e tali profitti rappresentano un compenso per il rischio che stanno assumendo. L’opposto potrebbe però non essere vero: il rischio non implica profitti. Per tali ragioni il rischio è un’arma a doppio taglio: un incentivo al cambiamento produttivo ma vi è anche la possibilità di conseguenze negative.

Le supply chain si sono estese man mano con la globalizzazione, con il cambiamento tecnologico e con l’emergere di mercati finanziari che implicano obiettivi aziendali e rischi d’impresa che non possono essere sostenuti individualmente dalle aziende. La condivisione dei rischi attraverso joint ventures, supply chain e altre strutture organizzative ha sia giustificato la tendenza verso catene di fornitura sempre più ampie, ma allo stesso tempo ha sollevato un certo numero di problemi riguardo ai rischi e al loro controllo. In contrasto con il tradizionale concentrarsi sui rischi interni ed esterni in operations e logistica, le supply chain sono oggi molto più esposte a rischi “totalmente” esterni, cioè non controllabili dalla singola azienda.

Le SC sono un ingrediente essenziale della ricerca per la sopravvivenza e la crescita aziendale. Il rischio nelle supply chain ha assunto, comunque, dimensioni crescenti, fornendo da un lato maggiori opportunità di gestione e, dall’altro, aumentando sensibilmente i rischi che le moderne imprese affrontano e, nel momento in cui questi sono mal compresi e mal valutati, sono anche mal gestiti.

La gestione dei rischi che gravano sulla catena di fornitura (*supply chain risk management*) è una tematica di ricerca e sviluppo recente, che nasce dalla “sovrapposizione” tra le due discipline di *supply chain management* e *risk management*.

I casi di *business interruption* verificatisi in Gran Bretagna nell’anno 2000, fino agli eventi conseguenti l’11 settembre 2001, hanno contribuito a focalizzare l’attenzione di tutto il mondo sulla cosiddetta “vulnerabilità” della supply chain. Nel 2000 un fulmine causò un incendio in un impianto di fabbricazione di semiconduttori della Philips Electronics e l’impianto fu chiuso per settimane. Essendo la sola fonte di dispositivi fondamentali per Nokia ed Ericsson, il blocco della supply chain determinò l’interruzione immediata della produzione di entrambe le aziende. Alla Nokia, l’evento ricevette un’attenzione immediata e fu subito attivato un programma per la gestione del rischio. In due settimane gli impiegati della Nokia contattarono tutti i possibili fornitori per assicurare risorse di fornitura alternative e malgrado il danno, la Nokia subì perdite minime nella produzione. Al

contrario, la reazione della Ericsson fu molto più lenta. Le informazioni riguardanti l'evento furono acquisite lentamente e quando la società iniziò ad avere le giuste reazioni, era già troppo tardi. Senza piani di emergenza la Ericsson riportò una perdita di oltre 400 milioni di dollari.

Come verrà evidenziato nei paragrafi successivi, le aziende affrontano una grande varietà di rischi, molti dei quali dipendono dall'estensione della supply chain. Il ritmo del business è stato accelerato e ci sono stati cambiamenti drammatici nel modo di interagire delle aziende, dovuti sia alle nuove tecnologie, sia ai nuovi modelli di lavoro. L'aumento nell'uso delle *information technology* (IT) ha introdotto anche nuove fonti di incertezza e complessità. Le singole aziende lavorano con un numero sempre più basso di scorte e dipendono sempre di più dall'attenta coordinazione della complessa rete dei partner della supply chain. I cicli di vita del prodotto sono più brevi ed in molte industrie l'obsolescenza veloce del prodotto è una consuetudine. I processi di lavoro sono diventati più automatici e senza un controllo ed una gestione adeguata, i piccoli problemi si possono facilmente intensificare. L'aumento dell'outsourcing non solo ha reso le aziende maggiormente dipendenti da terzi, ma ha reso anche molto più difficile la rilevazione e la reazione agli eventi di rischio. Le considerazioni fatte finora dimostrano, dunque, l'importanza della gestione dei rischi nella supply chain. È stato dimostrato che le aziende che hanno difficoltà nella gestione della SC tipicamente perdono circa il 10% della loro capitalizzazione di mercato nei due giorni successivi al rilevamento dei problemi.

Il risk management nella supply chain consiste sostanzialmente nel controllo, nella prevenzione del rischio e nell'uso di strumenti finanziari per ridurre ed eliminare gli effetti relativi e le conseguenze monetarie.

È importante sottolineare che l'applicazione del processo di risk management all'interno delle supply chain non deve orientarsi al solo obiettivo di gestione delle crisi dei casi di *business disruptions*, ma è necessario cercare di implementare una gestione sistematica di tutti i rischi che gravano quotidianamente sulla gestione, efficace ed efficiente, della supply chain. In tal senso, è possibile definire *la vulnerabilità* come *la propensione delle fonti di rischio e fattori (drivers) di rischio per controbilanciare le strategie di riduzione del rischio, causando in tal modo conseguenze negative alla supply chain*. Tale definizione unisce tra loro l'analisi delle deviazioni inaspettate rispetto alla normale gestione della

catena di fornitura (*supply chain disturbances*) e le conseguenze negative da esse. In questo modo, pur considerando il rischio come fonte di “disturbo”, l’analisi del rischio si estende a tutti gli eventi sfavorevoli che minacciano il raggiungimento degli obiettivi di gestione della supply chain.

3.2 APPROCCI ED OBIETTIVI

Il supply chain risk management è una tematica che può essere affrontata da diverse prospettive. In particolare, gli approcci più noti hanno solitamente carattere specialistico, cioè sono fondati su una percezione del rischio molto particolare.

Una prima prospettiva è volta a garantire ai processi la massima robustezza (*robustness*) ed affidabilità (*reliability*). In questo caso l’obiettivo è la riduzione di tutte le deviazioni da quanto viene considerato “normale” o “atteso”, sia nei processi che nelle attività, attraverso un elevato numero di controlli di qualità, quali le ispezioni, i controlli dei materiali in ingresso e dei processi. Diverse sono le opinioni sull’efficacia e sul potenziale di tali tecniche. Mentre infatti, da un lato, l’utilizzo di tali strumenti porterebbe ad un miglioramento in termini, ad esempio, di visibilità dei processi, integrazione delle informazioni lungo la supply chain e controllo della catena di fornitura, da cui deriverebbe una migliore conoscenza/previsione della domanda, dall’altro lato, la complessità dei “network” interorganizzativi è tale da non consentire una gestione trasparente dei rischi e delle informazioni, il che significa che circa il 50% delle fonti potenziali di rischio sfuggirebbe al controllo della singola azienda. In particolare, l’integrazione informatica non è in grado di aumentare il livello di controllo sui processi e che a tal fine risultano invece insostituibili le persone coinvolte direttamente nei processi, nelle relazioni interaziendali ed il loro know-how.

In ottica di *crisis management* e *business continuity management*, la gestione dei rischi nella SC viene intesa come una gestione integrata del rischio, lungo tutta la catena, finalizzata a preservare le imprese dalla manifestazione di crisi ed interruzioni delle attività (*business interruption*). In quest’ottica l’obiettivo del processo è dunque quello di gestire tutti i rischi che si manifestano sia all’interno che all’esterno della supply chain in modo tale da poter

reagire rapidamente a tutti quei fattori che possano minacciare il regolare svolgimento delle attività delle imprese.

Il rischio può essere anche analizzato in una prospettiva finanziaria. Da questo punto di vista, la valutazione finanziaria del rischio potrebbe consistere nella gestione e nel controllo delle variazioni dei cash flow che derivano dalle attività di tipo tattico-operativo, in ottica di “*operational management*”. In riferimento, invece, ad una prospettiva di *corporate governance*, il Chief Executive Officer (CEO), a livello di top management, ha la responsabilità di assicurare che il livello di rischio complessivamente sopportato dall'impresa, e quindi anche nella catena di fornitura, rientri nella soglia di tolleranza ritenuta accettabile. Per fare ciò il CEO dovrebbe monitorare l'efficacia e l'efficienza della gestione operativa della catena in ottica di *corporate risk management*.

Ulteriori approcci di supply chain risk management si basano sull'analisi e gestione dei rischi che non considerano il processo di supply chain management nella sua interezza, ma che hanno un impatto solo su specifici “livelli” o “sistemi di attività” della catena di fornitura. Ad esempio, è possibile identificare cinque “livelli” all'interno dei quali è possibile indagare i rischi nella catena di fornitura: il livello fisico, il livello finanziario, il livello informativo, il livello relazionale ed il livello innovativo. Altri studi sul supply chain risk management si focalizzano invece sul sistema informativo della catena di fornitura, ritenuto un importante elemento del processo di SCM in quanto concorre in modo rilevante all'integrazione intra- ed inter-aziendale delle informazioni. In quest'ottica, il rischio graverebbe sull'efficace gestione del sistema informativo a tre livelli: nel livello applicativo (gli elementi del sistema), nel livello organizzativo (all'interno dell'impresa) e nel livello inter-organizzativo (nella gestione delle relazioni tra le imprese appartenenti alla catena di fornitura).

La gestione del rischio di reputazione può essere, inoltre, considerata come problematica propria del processo di SCM. In questo caso, i rischi sono intesi come eventi sfavorevoli che possono compromettere l'immagine delle diverse imprese che fanno parte della supply chain. Le attività di marketing e comunicazione dovrebbero dunque integrarsi alla gestione del processo di supply chain management. Inoltre, la gestione del rischio dovrebbe essere orientata sia alla tutela dell'immagine nei confronti degli stakeholders che alla mitigazione dei rischi che possano affliggere il processo di gestione della catena di fornitura.

Infine, un ulteriore approccio è quello secondo cui il rischio coincide con gli eventi sfavorevoli che minacciano il raggiungimento di specifici progetti lungo la catena di fornitura.

Gli approcci presentati dovrebbero tuttavia integrarsi tra loro, al fine di attuare una gestione il più possibile trasversale dei rischi che gravano sulla catena di fornitura.

3.3 CLASSIFICAZIONE DEI RISCHI NELLA SUPPLY CHAIN

Esaminando un'azienda nel contesto della supply chain in cui è inserita, possiamo fare riferimento alla classificazione proposta nella figura 3.1 dove vengono identificate cinque ampie categorie con i relativi fattori (*driver*) di rischio che le possono generare, illustrati nella tabella 3.1.

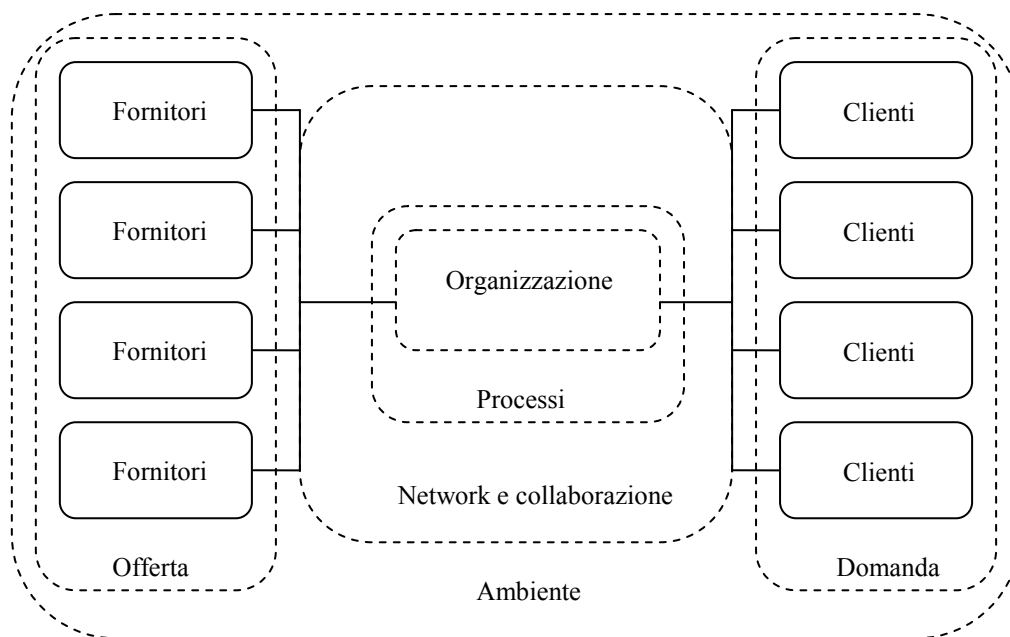


Figura 3-1: Categorie di rischio della supply chain

Tabella 3-1: *Categorie e fattori di rischio della supply chain*

Categoria di rischio	Fattori di rischio
<i>Domanda</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Numerosità e dimensione dei clienti • Variazioni degli ordini in volume e frequenza • Modifiche agli ordini • Stagionalità ed effetti promozionali • Modalità di previsione • Magazzini e scorte associate • Livello di innovazione e competizione • Riduzione del ciclo di vita del prodotto • Tempo e modalità di pagamento dei clienti • Tasso di fidelizzazione
<i>Offerta</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Numerosità e dimensione dei fornitori • Livello qualitativo e di rendimento • Livello di flessibilità ed elasticità • Durata e variabilità dei lead time • Lunghezza e modalità dei trasferimenti • Capacità di previsione e programmazione • Approcci just-in-time o di produzione snella • Rapporto costi-efficienza • Livello di prezzo • Outsourcing • Internazionalizzazione • Interruzione di forniture
<i>Processi</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Flessibilità dei sistemi produttivo-distributivo • Variabilità delle modalità di gestione dei processi • Variabilità del rendimento dei processi • Livello di produttività

	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità produttiva • Modalità di movimentazione • Guasti operativi e funzionali • Margini di profitto • Standard tecnologici • Innovazione tecnologica e di processo • Livello di personalizzazione del prodotto
<i>Network e collaborazione</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fiducia e interdipendenza tra i partner • Livello di collaborazione • Progettazione e sviluppo delle relazioni • Livello di integrazione • Livello di servizio • Opportunismo e asimmetria informativa nelle transazioni • Potere contrattuale • Obiettivi strategici e mission • Culture aziendali • Logiche di business • Rapporto e coinvolgimento degli stakeholder • Responsabilità sociale ed amministrativa • Disponibilità e affidabilità dei sistemi informativi • Proprietà intellettuale
<i>Ambiente</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Livello di regolamentazione • Politiche • Leggi • Tasse • Valuta • Scioperi • Disastri naturali e catastrofici • Terrorismo

In particolare, è possibile distinguere tra:

- rischi operativi;
- rischi esterni;
- rischi strategici;
- esternalità di rischio.

La tabella 3.2 esemplifica alcuni dei rischi presenti nelle singole categorie.

Tabella 3-2: Tipologie di rischio

<i>Rischi Operativi</i>	<i>Rischi esterni</i>	<i>Rischi strategici</i>	<i>Esternalità di rischio</i>
Rischio di ritardo fornitura; Rischi di sincronizzazione; Rischi di inventario; Rischi di qualità;	Rischi politici; Rischi di regolamentazione; Rischi di misurazione;	Dipendenza; Outsourcing; Rischi morali; Selezione avversa; Non-trasparenza;	Rischi ambientali; Rischi di regolamentazione; Rischi etici; Rischi sociali;

I *rischi operativi (operational risks)*, riguardano le conseguenze avverse, dirette e indirette, di risultati ed eventi derivanti da operations e servizi non giustificati, mal gestiti o mal organizzati. Essi possono riguardare clienti singoli, società di aziende o società in generale (le loro esternalità), derivano da numerose cause e possono essere indotti sia internamente che esternamente. Le conseguenze interne sono il risultato di fallimenti nella gestione di operations e servizi mentre, nel secondo caso, derivano da eventi esterni incontrollabili per i quali non si era pronti o ai quali si era incapaci di far fronte. I rischi operativi sono dunque una misura di tali conseguenze. Per contro, gli attributi delle operations (la qualità del prodotto o servizio, per esempio) possono essere soggettivi/oggettivi e possono essere misurati in diversi modi. La qualità, ad esempio, si può basare su una misura di eccellenza (misurata assolutamente, o relativamente come nel caso del *benchmarking*), o essere

definita come la capacità di soddisfare le specifiche del cliente, oppure, equivalentemente, se misurata in termini di capacità dell'azienda di andare incontro alle "aspettative dei clienti", essa può essere ampiamente utilizzata per misurare la qualità del servizio che, com'è percepita dai clienti, deriva da un confronto del servizio percepito con il servizio atteso. La "non qualità" (*unquality*) è definita, invece, come il "rischio" di deviare dalle aspettative del cliente senza realmente misurare le conseguenze di tale deviazione, da cui si ricava il rischio. In ogni caso, si possono suggerire anche altri approcci, basati sulla socio-psicologia delle persone (il "servente", il "servito" e l'incontro tra i due) coinvolte nel processo. In altre parole, nei servizi, la qualità e il rischio sono concetti altamente intrecciati in cui spesso l'uno esprime l'altro, dove, in particolare, l'uno è usato per misurare, definire e gestire l'altro. In questo senso, il rischio è un attributo essenziale della qualità nei servizi e nel settore manifatturiero.

In ambito manifatturiero, dal momento che la definizione dei rischi di qualità è basata sulla gestione delle variazioni, la loro misura e controllo sono molto più specifici che nel caso dei servizi. Tali differenze sorgono perché la qualità del servizio può essere misurata o valutata in vari modi, da diverse persone o aziende, e in diverse circostanze e può dipendere sia dal fornitore del servizio (il "*supplier*") che dal produttore (il "*producer*"), ognuno con proprie caratteristiche e volontà. Per esempio, un'azienda che enfatizza le consegne puntuali ad un membro della supply chain (per un'esigenza di sincronizzazione) può trascurare alcuni dei suoi attributi intangibili (l'incontro e la discussione che erano in corso tra i clienti e i distributori) determinando quindi una successiva perdita di clienti.

I *rischi esterni* (*external risks*) derivano da eventi sui quali le aziende, all'interno della catena di fornitura, hanno poco controllo. Questi eventi stanno assumendo un'importanza sempre più grande, diventando fonte di ansia e preoccupazione. Ad esempio, i mercati finanziari, in particolare, hanno creato numerose possibilità per lo spostamento e la valutazione e quindi per una gestione del rischio più efficiente. Tali possibilità sono comunque diventate un'arma a doppio taglio: se utilizzate male possono rendere certe decisioni finanziarie non trasparenti e generalmente tendenti a favorire guadagni a breve termine rispetto a quelli a lungo termine. Inoltre, sulla "presunzione" che non c'è guadagno senza rischi, i mercati finanziari sono stati utilizzati per esercitare e assumere rischi

esuberanti (e irrazionali). La dimensione dei mercati, inoltre, ha contribuito anche a ridurre ogni potenziale controllo che può essere esercitato dalle aziende.

Allo stesso modo, la globalizzazione, che rappresenta l'attuale contesto delle supply chain, ha favorito il proliferarsi di numerose minacce esterne che erano state tenute precedentemente sotto controllo. La globalizzazione è così sia un'opportunità che una minaccia. È un'apertura ai mercati (con molte specificità e rischi) mentre allo stesso tempo vi è il rischio che la competizione "globale" possa invadere ciò che possono essere stati i mercati tradizionali e protetti.

Gli approcci alla misurazione, valutazione e gestione del rischio potrebbero differire in base ai contesti culturali, ai valori e alle tradizioni sociali, in cui ciascuno enfatizza prospettive spesso trascurate dall'altro. In quest'ottica, il rischio può essere sensibile alla cultura, come è stato spesso osservato in pratica negli Stati Uniti, Europa ed Asia, per cui la misurazione del rischio in una supply chain deve riflettere le complessità che la cultura e le abitudini implicano così come le molteplici opportunità e minacce che determinano (come nel caso della Cina, per esempio).

La tecnologia, allo stesso tempo, è un rischio sia esterno che strategico. È un rischio esterno perché l'innovazione tecnologica è ampiamente diffusa nelle aziende che hanno poco controllo sul processo. Inoltre, la "democratizzazione" dell'innovazione ha spostato il centro di gravità dell'innovazione tecnologica dalla ricerca e sviluppo alle innovazioni che si sviluppano in modo apparentemente spontaneo in ogni parte della catena globale. Per tali motivi, alcune aziende hanno abbandonato il processo di innovazione "in-house", che mentre in alcuni casi potrebbe sembrare un meccanismo per ridurre i costi, in altri e più probabili casi, è molto più una battaglia (persa), combattuta per rafforzare i muri protettivi che le supply chain creano per aumentare il controllo che le aziende all'interno della catena hanno sui loro mercati.

Un altro rischio strategico, esterno, che le supply chain affrontano consiste nel fatto che le aziende, appartenenti alla catena di fornitura, sono diventate i maggiori clienti delle tecnologie in rapido sviluppo e, allo stesso tempo, esse stanno perdendo sempre più il controllo su queste tecnologie. Questo a sua volta amplifica i rischi tecnologici che le supply chain e le imprese affrontano. L'esternalizzazione dell'IT, una moda attuale, è un

segnale rilevatore di debolezza nella gestione tecnologica e ciò implica, a lungo andare, una serie di conseguenze disastrose per le imprese.

Rischi strategici. Le supply chain sono basate sullo scambio e sulla collaborazione. Il primo aspetto implica che i profitti delle aziende che fanno parte di una SC, debbano essere almeno maggiori di un'azienda che "opera da sola". Di conseguenza i rischi nascono quando le imprese effettuano scambi con aziende diverse, le cui motivazioni possono differire dagli scopi dell'impresa. In questo caso, la collaborazione può essere impossibile da mantenere. Anche se le aziende collaborano, spesso una strategia randomizzata è "Pareto efficiente"¹⁰. In tali circostanze, il semplice fatto che le aziende si impegnino in rapporti collaborativi di supply chain induce un rischio diverso da quello sostenuto da aziende che operano singolarmente. I rischi strategici non sono più la conseguenza di un'incertezza ambientale latente, ma il risultato di comportamenti strategici e potenzialmente malevoli.

Il riassetto societario lungo supply chain integrate è un esempio del moderno ambiente societario di lavoro. Funzioni tradizionali e fondamentali come il controllo della qualità e la gestione dell'inventario di una supply chain, non possono essere più affrontati in un contesto di "rischio neutrale" e in un ambiente di "conflitto libero", ma è necessario un approccio strategico alla valutazione del rischio. Asimmetrie di informazioni e di potere rendono possibile il controllo da parte di pochi influenti attori nei confronti della moltitudine di imprese del supply network. Conseguenze di tale problema sono i cosiddetti "*adverse selection risks*" e "*moral hazard risks*", arrivando anche all'eventuale rottura delle supply chain.

Nell'"*adverse selection*", i beni di qualità differenti possono essere uniformemente stimati quando i compratori non sono in grado di percepire che vi sono qualità differenti. Per esempio, si può comprare un'auto usata, senza conoscere il suo reale stato e quindi il rischio di una tale decisione può indurre il cliente a pagare un prezzo che non rispecchierebbe il valore della macchina. In altre parole, quando c'è una tale asimmetria d'informazione, la

¹⁰ Si ha ottimo paretiano (detto anche efficienza allocativa) quando non è possibile alcuna riorganizzazione della produzione che migliori le condizioni di almeno una persona senza diminuire quelle degli altri. In tale situazione, l'utilità di una persona può essere aumentata soltanto da una diminuzione dell'utilità di qualcun altro; vale a dire che nessuna persona può migliorare la propria condizione senza che qualcun altro peggiori la sua.

stima della qualità è mal definita a causa dei rischi reciproci che esistono tra il compratore e il venditore (che ha un'informazione migliore).

“The moral hazard problem” implica invece che una qualità che non può essere osservata determina un rischio per il cliente. Per esempio, vi è la possibilità che il fornitore (o il fornitore di qualità) utilizzi questa situazione a suo vantaggio e non consegni il giusto livello di qualità. Naturalmente, se contrattiamo la consegna di un dato livello di qualità e il fornitore non mantiene consapevolmente i termini del contratto ciò rappresenta una truffa. È possibile affrontare il problema con contratti incentivanti che creano uno stimolo a non imbrogliare o mentire. Nelle supply chain delle aziende di servizi, il controllo di tali rischi può essere trattato in molti modi differenti. Per esempio, alcuni ristoranti potrebbero aprire la loro cucina ai clienti per trasmettere un messaggio di sincerità per quanto riguarda la pulizia. Un fornitore potrebbe lasciar visitare al compratore gli impianti manifatturieri, così come potrebbe rivelare le procedure relative al controllo di qualità.

Esempi di tali problemi sono numerosi. Un trasportatore può non sentirsi sufficientemente responsabile per le merci spedite da una compagnia ad un punto di domanda. Come risultato, è necessario gestire i rapporti con il trasportatore e quindi i rischi implicati in un tale rapporto. È per questa ragione che gli incentivi, l'indicizzazione delle performance e le “responsabilità sul lavoro” sono fondamentali e necessari per minimizzare i rischi soggettivi (indipendentemente dal fatto che essi siano tangibili o intangibili). Per esempio, una decentralizzazione del posto di lavoro e un coinvolgimento maggiore delle persone nel loro lavoro possono essere un mezzo per fare in modo che esse si preoccupino di più del loro lavoro e forniscano una prestazione appropriata in tutto ciò che fanno. Un fornitore che ha un contratto a lungo termine potrebbe non preoccuparsi di rifornire puntualmente un compratore, il quale si ritrova bloccato in un tale rapporto (contratto). In questi esempi, com'è facilmente intuibile, vi sono anche incentivi negativi alla prestazione.

Un'esternalità è un costo o un profitto che è provato da qualcuno che non è parte della transazione che lo produce. Un'esternalità negativa è un costo provato mentre un'esternalità positiva è un profitto. Le esternalità sono importanti perché possono creare incentivi al fine di un maggiore o minore impegno in un'attività, in una prospettiva di efficienza. Quando tutti i costi e i profitti di una transazione sono interni, intendendo che tutti i costi e i profitti sono provati da qualcuno direttamente coinvolto, ci aspettiamo che la transazione ha luogo

solo se i profitti sono maggiori dei costi. Supponiamo, per esempio, che un bene è prodotto lungo una SC. Un prezzo può essere pattuito se entrambi i clienti, il pubblico e la supply chain, possono trarre vantaggio. Che cosa succede se, nel fabbricare il prodotto, anche la supply chain contribuisce significativamente all'inquinamento senza condividere i costi di pulizia dell'inquinamento che ha creato? In questo caso, il fatto che un prodotto sia stato fabbricato e venduto non significa necessariamente che sia stata creata una ricchezza a causa di un tale scambio. Per determinarlo con sicurezza, dovremmo scoprire il valore economico del danno d'inquinamento.

In generale, il problema è che le esternalità creano una divergenza tra costi privati e sociali e ciò può essere molto rischioso perché le supply chain, a causa della loro dimensione e potere, competono spesso con le istituzioni pubbliche e politiche. Inoltre, la responsabilità societaria, l'etica e la coscienza ambientale e altri concetti simili sono usati dalle aziende per affrontare le esternalità di rischio. Attualmente tali concetti sono soprattutto utilizzati come espressioni "popolari" nelle strategie societarie con esternalità di rischio che sono per lo più fraintese e non valutate. Il problema è che le esternalità creano il rischio che una divergenza tra costi privati e costi sociali comporti un danno per l'azienda.

La misurazione del rischio nelle supply chain è quindi essenziale e dovrebbe mettere in evidenza le motivazioni e le caratteristiche specifiche delle supply chain nel gestire le loro priorità, operative e non. Comunque, se la ricerca del profitto non è priva di rischio, non ci sono profitti senza un'efficace gestione del rischio. Il rischio non può più essere una conseguenza della strategia societaria nella ricerca di un'efficace gestione della supply chain, ma deve essere un aspetto essenziale che nutre ed è nutrito da questa strategia.

3.4 L'ANALISI DEI RISCHI

La disciplina di risk management si focalizza limitatamente sulle problematiche di supply chain e, in molti di questi casi, considera l'ambito della catena di fornitura come insieme di attività di tipo operativo e non strategico. Le più comuni applicazioni di risk management all'interno della SC sono infatti indirizzate al top management, affinché acquisisca una visione d'insieme dei rischi riguardanti le diverse aree di business e finalizzate a proteggere

l'impresa dall'insieme di rischi che possono minacciare l'immagine aziendale (*rischi reputazionali*) e/o provocare l'interruzione delle attività d'impresa (*business interruption*). Più raramente tali misurazioni sono volte a migliorare le performance e supportare il raggiungimento degli obiettivi verso cui i processi sono orientati. Le misurazioni dei rischi nella supply chain devono essere precedute dall'analisi delle caratteristiche dell'ambiente di riferimento dell'impresa e/o della catena di fornitura considerata. In particolare, è opportuno definire quei fattori e sorgenti di rischio che caratterizzano l'ambiente, conducendo un'analisi che può essere suddivisa in due fasi:

- **analisi di contesto**, ossia l'analisi dell'ambiente in cui operano le aziende che fanno parte della supply chain;
- **analisi di focus**, ossia l'analisi del rischio mediante la strutturazione di una mappa di indicatori quantitativi da misurare e monitorare nel tempo.



Figura 3-2: *Analisi di contesto e analisi di focus*

In entrambe le analisi il soggetto osservatore deve essere identificato e non deve cambiare lungo la catena di fornitura, il che significa che l'analisi di SCRM deve essere svolta, o al più partire, da una sola impresa all'interno della supply chain. Ogni azienda ha infatti una percezione soggettiva della catena (identificazione dei propri partner a monte e a valle, considerazione della natura delle relazioni), nonché delle caratteristiche dell'ambiente di

riferimento. Parallelamente la percezione del rischio non potrà che dipendere da tale prospettiva individuale ed in particolare dai seguenti elementi:

- la specifica posizione competitiva dell'impresa lungo la catena e i suoi obiettivi individuali influenzano la percezione del rischio;
- ogni soggetto e, quindi, ogni impresa, presenta un diverso livello di propensione al rischio.

3.4.1 Analisi di contesto

L'obiettivo dell'analisi di contesto è quello di definire le caratteristiche di rischiose proprie della catena di fornitura considerata. Si tratta dunque di un'indagine di rischio, di tipo qualitativo, all'interno dell'ambiente che influenza le performance della supply chain. In particolare si considerano:

- caratteristiche ambientali;
- caratteristiche strutturali della SC;
- caratteristiche strutturali della domanda;
- caratteristiche strutturali delle fonti di approvvigionamento;
- implicazioni derivanti dalle scelte strategiche.

Le caratteristiche ambientali di rischio consistono in quei fattori che non sono controllabili direttamente dall'impresa, ma che possono generare rischi in grado di avere un impatto sulla gestione della catena di fornitura. Rientrano, ad esempio, in questa categoria le caratteristiche dell'ambiente normativo (regime di tassazione o legale), dovute ad esempio al settore merceologico o ai paesi nei quali le imprese operano. In ambito di SCM, capita, infatti, non di rado di trovare difformità tra i sistemi normativi di paesi differenti, in riferimento ad esempio ad aspetti operativi quali le dimensioni di particolari confezioni o container, il regime delle responsabilità, ecc.

L'analisi di tali fattori dovrebbe inoltre considerare gli eventi rischiosi caratterizzati da un elevato impatto potenziale, quali gli eventi naturali (terremoti, alluvioni, ecc.) o gli eventi dovuti all'azione dell'individuo (boicottaggi, azioni terroristiche, ecc.).

Il metodo ha come scopo l'identificazione ed il monitoraggio di alcune grandezze, particolarmente utili per quantificare il rischio legato alla manifestazione di eventi ambientali. Vi è inoltre il controllo di ulteriori grandezze che permettono di quantificare l'impatto di alcuni rischi legati a fenomeni controllabili dall'impresa, come ad esempio i fermi-macchina. Tali misurazioni si riferiscono a specifiche unità di rischio fisiche (impianti o beni di varia natura) o immateriali (ad esempio un flusso di proventi) che possono essere colpite da eventi dannosi. Per tale motivo l'impatto derivante dalla manifestazione del danno viene calcolato sul valore dell'asset sottoposto a tale rischio. La tabella che si ottiene è la seguente:

Tabella 3-3: Griglia di analisi dei fattori ambientali di rischio

	MODALITÀ DI IMPATTO			PERDITA ATTESA		EVENTI DANNOSI			Totale Perdita Annuale Attesa (% Valore Dei Beni)
	Valore attuale	Costo di riparazione conseguente al guasto	Frequenza di guasto	Giorni di fermata	Costi di ripristino	Fulmine	Incendio	Furto	
Bene o impianto n.1									
Bene o impianto n.2									
Bene o impianto n.3									

Gli elementi strutturali della catena di fornitura possono essere dei veri e propri driver di rischio. In particolare è possibile individuare i seguenti elementi strutturali quali fattori di rischio:

- scarsa affidabilità dei fornitori e/o dei clienti chiave, in termini finanziari o competitivi;
- mancanza di integrazione informatica o di visibilità tra i partner della catena;
- limitato numero di fornitori e/o clienti chiave;
- elevata giacenza (in quantità o valore) delle scorte lungo la catena;

- lead time della catena molto lungo, dovuto alle caratteristiche del prodotto e dei processi;
- mancanza di un sistema interaziendale di misurazione delle performance.

Alcuni di tali fattori potrebbero essere valutabili, in certi casi, solo qualitativamente e non cioè con l'impiego di indicatori quantitativi. In ogni caso, è fondamentale coinvolgere nelle valutazioni i responsabili delle specifiche attività e processi.

Anche per ciò che riguarda le caratteristiche strutturali della domanda è possibile individuare elementi quali driver di rischio:

- natura scarsamente prevedibile della domanda, derivante dalle caratteristiche merceologiche del prodotto, dalla tipologia di clienti serviti o dalla composizione degli ordini (ordinari/straordinari, routinari/personalizzati, ecc.);
- limitato numero di clienti chiave, definiti tali sulla base del valore;
- fatturato ad essi collegato;
- basso tasso di fidelizzazione dei clienti;
- incapacità di gestire la varietà o il livello di servizio richiesti dalla domanda;
- scarsa affidabilità dei clienti, in termini di permanenza nel medio termine e di solvibilità.

Come per le caratteristiche strutturali della SC, anche in questo caso alcuni fattori possono essere calcolati quantitativamente, anche se la maggioranza di essi presenta natura qualitativa.

I fattori di rischio, in tema di caratteristiche strutturali dei fornitori, sono i seguenti:

- l'insufficiente certificazione dei fornitori, e quindi uno scarso livello di affidabilità in termini di qualità, efficienza e servizio offerto;
- la scarsa sostituibilità dei fornitori, da cui deriva una dipendenza da essi;
- la scarsa cooperazione in termini di co-progettazione (*co-design*) dei prodotti o dei componenti, ed in termini di condivisione della programmazione dello sviluppo dei costi.

L'analisi del rischio deve riguardare sia i fornitori diretti, ossia direttamente collegati all'azienda sia i fornitori indiretti ed estendersi fino all'analisi del rischio relativo ai clienti.

Infine, i fattori di rischio più importanti, legati alle implicazioni di alcune scelte strategiche, sono i seguenti:

- la focalizzazione su processi produttivi particolarmente rigidi in ottica di efficienza. Da uno studio, condotto nel 2002 dalla Cranfield University su un campione di imprese, è emerso che la combinazione di una elevata interdipendenza tra le imprese ed il mantenimento di strategie produttive di tipo “lean” determinerebbe un sensibile incremento della vulnerabilità della supply chain.
- La globalizzazione della supply chain e quindi la selezione di partner distanti tra loro spazialmente e culturalmente.
- Le scelte di outsourcing, relative ad attività o processi di SCM. Se l’outsourcing permette di focalizzarsi sulle attività che costituiscono il core-business dell’azienda, comporta tuttavia due rischi: riduzione del controllo, soprattutto sulla qualità e sulla flessibilità di risposta di mercato e potenziale crescita dei costi di gestione delle relazioni con i *third party*, soprattutto nel medio termine.
- Le scelte di *global sourcing*, che rappresenta la capacità delle aziende di gestire le relazioni in modo sistematico ed integrato con altri partner, situati, ad esempio, in altri paesi. Il rischio, insito in tali scelte, si manifesta in termini di interruzioni della catena, ritardi dovuti alle lunghe distanze o all’incremento non del tutto prevedibile dei costi di trasporto e distribuzione.
- Il ricorso a centri di produzione o distribuzione accentrati.

Una gestione della catena basata sulla conservazione di alti livelli di scorte può rappresentare una scelta strategica ad alto rischio, in quanto essa comporterebbe un innalzamento delle giacenze in tutte le fasi della catena e quindi un aumento significativo dei costi fissi di stoccaggio e del rischio di deperimento o danneggiamento dei beni. Da ciò deriverebbe una rigidità tendenziale della catena nei confronti del mercato finale. Nonostante questo rischio, molte aziende si orientano verso una gestione della catena incentrata su alti livelli di scorta (*buffer-oriented*) a causa di una mancanza di fiducia nei confronti dei membri ed una assenza di visibilità lungo la catena. È evidente quindi che la natura delle relazioni cliente-fornitore influenza quindi in misura determinante le scelte di gestione delle scorte e, in tale contesto, lo strumento contrattuale dovrebbe essere quindi orientato a creare in particolare accordi e cooperazioni di lungo termine. Alcune possibili strategie di attenuazione del rischio sono:

- sviluppo di programmi di *quality management* e di collaborazione con i fornitori (a monte);
- incremento dell'integrazione delle informazioni sul mercato finale (a valle).

Anche qualora esistessero programmi di integrazione lungo la catena di fornitura, un ulteriore fattore di rischio potrebbe comunque esistere nel caso di una insufficiente “condivisione del rischio” a livello contrattuale tra i partner della catena. Essa sarebbe finalizzata ad evitare che i diversi membri della catena agiscano indipendentemente tra loro, in modo opportunistico, laddove vi sia invece la necessaria condivisione di obiettivi comuni. Ognuna delle scelte strategiche descritte potrebbe rilevarsi potenzialmente rischiosa all'interno di un'impresa o catena ma potrebbe essere vantaggiosa in un diverso contesto competitivo. L'analisi del contesto è dunque essenziale in fase di valutazione complessiva del rischio. In particolare i fattori che descrivono il contesto competitivo e strategico dell'impresa focus di analisi e della sua catena di fornitura possono essere utili per apprezzare l'impatto potenziale dei rischi sul raggiungimento degli obiettivi. Va sottolineato, inoltre, che i diversi fattori di rischio non sono sempre misurabili quantitativamente per cui è necessario che siano valutati in via qualitativa dalle persone direttamente coinvolte nella gestione della SC.

3.4.2 Analisi di focus

L'analisi di focus consiste nell'indagine dei rischi all'interno delle attività, flussi o processi di SCM, effettuata dal punto di vista di una singola impresa della SC (*impresa focus*). L'obiettivo è di individuare quei fattori di rischio che minacciano concretamente una gestione della SC efficace ed efficiente, con lo scopo di identificare e selezionare gli indicatori utili per la gestione del rischio.

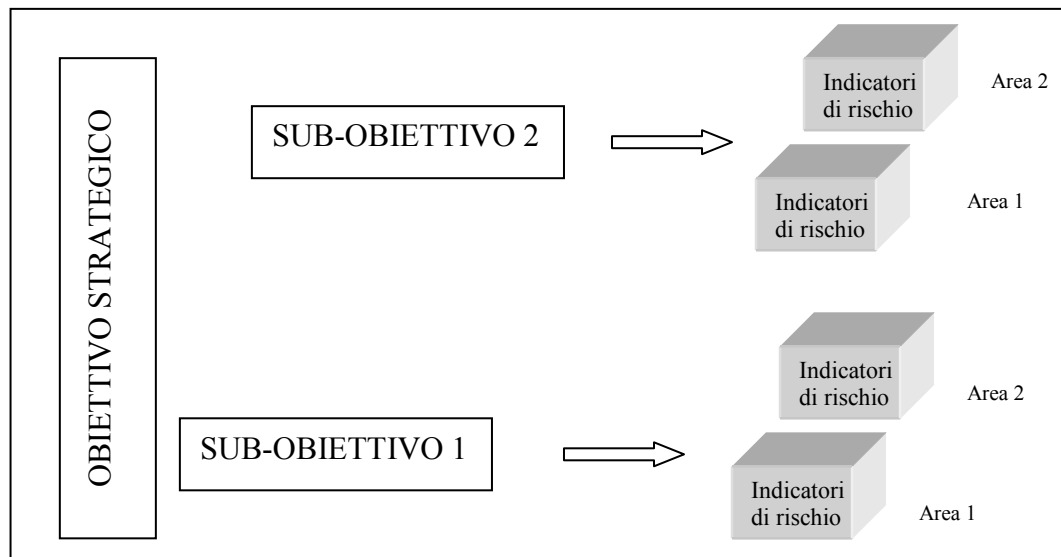


Figura 3-3: Aree e obiettivi nell'analisi di focus

Tale analisi può essere effettuata utilizzando diversi approcci, basati sull'utilizzo di indicatori qualitativi e quantitativi di rischio.

Un primo approccio è basato sulla selezione delle aree di rischio nelle seguenti categorie:

- rischi legati ai fornitori;
- responsabilità di prodotto;
- rischi legati all'attività manifatturiera;
- rischi legati al trasporto.

In tale approccio l'identificazione dei rischi avviene dopo aver selezionato le aree di rischio che, come verrà approfondito nel paragrafo 3.5.1, si possono dividere in cinque categorie:

- trasporto/distribuzione;
- processo produttivo;
- ciclo dell'ordine;
- magazzino;
- approvvigionamento.

Inoltre, per l'effettiva misurabilità e oggettività degli indicatori proposti, valgono le stesse considerazioni fatte in riferimento all'approccio precedente.

Tabella 3-4: Identificazione dei rischi per aree di rischio

<i>Rischi legati ai fornitori</i>	<i>Responsabilità di prodotto</i>	<i>Rischi legati all'attività manifatturiera</i>	<i>Rischi legati al trasporto</i>
Dipendenza da pochi fornitori; Attribuzione della responsabilità contrattuale; Livello di prossimità dei fornitori; Livello di esposizione a crisi o interruzioni delle attività;	Rispetto dei programmi di qualità; Esposizione alla contaminazione dei prodotti; Peso dei prodotti richiamati (reverse logistic); Livello di controllo di qualità sui prodotti;	Livello di outsourcing; Rispetto dei regolamenti e schedulazioni; Rigidità ed unicità dei processi; Livello di esposizione dei dipendenti a rischi legati alla produzione;	Dipendenza da pochi vettori; Livello di scorte; Potere contrattuale e indice di costosità dei vettori; Tipologie delle richieste dei clienti;

Un secondo metodo di misurazione definisce, invece, il portafoglio di prodotti e servizi che l'impresa focus realizza o concorre a realizzare lungo la catena di fornitura quali aree nelle quali misurare il rischio, partendo dal fatto che la posizione dell'azienda all'interno della catena ne determina le effettive condizioni di rischio. Secondo tale approccio i prodotti, che rappresentano dei veri e propri driver di rischio, sono classificabili in quattro categorie:

1. componenti generali: prodotti e/o servizi a basso valore, quali le attività di manutenzione, amministrazione o di servizio, che possono generare lungo la catena rischi quali l'eccessiva onerosità economica o una gestione inefficiente;
2. colli di bottiglia: attività o prodotti personalizzati sulle specifiche richieste di singoli membri della catena, che possono creare il rischio di una perdita potenziale di mercato;
3. componenti critiche: prodotti ad alto margine e generalmente di elevato contenuto tecnologico o innovativo, che presentano il rischio potenziale di insuccesso e di mancato ritorno economico degli investimenti in innovazione durante il loro ciclo di vita;

4. prodotti/servizi con “effetto leva”: componenti o semilavorati che i membri della catena di fornitura immettono nei flussi di produzione per l’ottenimento di prodotti finiti. In questo caso i rischi possono essere ad esempio: eccessiva lunghezza o rigidità della catena, orientamento ad una struttura “lean”, ecc.

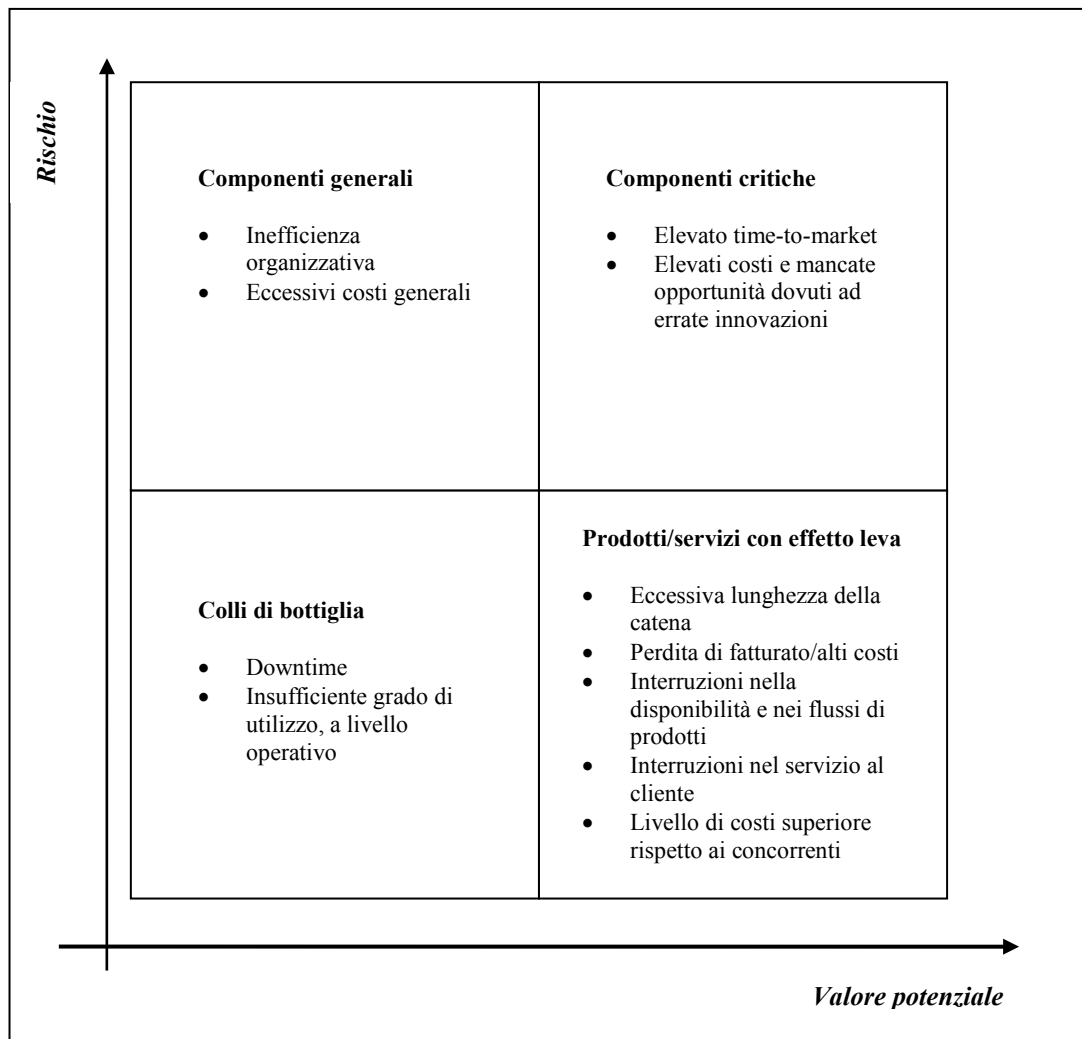


Figura 3-4: Identificazione dei rischi per “aree di rischio”

Tale metodo presenta, comunque, alcuni limiti. In particolare, dalla matrice è difficile capire quali siano gli obiettivi verso cui le attività ed i processi logistici sono orientati, per cui è complesso identificare un criterio di interpretazione della matrice e di valutazione dei rischi in essa rappresentati. Inoltre, la rischiosità che caratterizza una certa categoria di prodotti/servizi dipende non solo dalla natura dello specifico bene, ma anche dalle

caratteristiche del processo che lo genera e dal livello di efficienza con cui esso viene gestito.

Ogni catena di fornitura ed ogni impresa appartenente ad essa, presenta un portafoglio di prodotti e servizi con caratteristiche strutturali proprie, per cui vi saranno supply chain caratterizzate da prodotti molto innovativi, altre da prodotti generici, alcune molto complesse, altre molto semplici. Diventa dunque difficile mappare i rischi in funzione di tali criteri.

Ulteriori approcci alla gestione del rischio sono collegati a specifici obiettivi di indagine e tendono a verificare la “controllabilità” e “stabilità” dei flussi e delle operazioni. In particolare, si possono distinguere le metodologie:

- Six-Sigma;
- FMEA (Failure Modes and Effect Analysis).

È importante sottolineare che in un ambiente complesso e turbolento, gli strumenti di modellizzazione statistica possono supportare l'analisi del rischio, ma devono essere affiancati da ulteriori metodi che permettano di mantenere una prospettiva di indagine più ampia in coerenza con le diverse finalità di rilevazione. Le principali tecniche che possono affiancare le metodologie suddette, sono:

- Metodo Delphi;
- Critical Path Method;
- Scenario Planning.

Il metodo *Six Sigma*¹¹ è stato introdotto per la prima volta dalla Motorola nella seconda metà degli anni Ottanta, al fine di facilitare il controllo della produzione, monitorando tutti gli eventi definibili “speciali” che si trovano, cioè, in una distribuzione normale di probabilità, al di fuori del range six sigma. In particolare, la metodologia si pone l'obiettivo di far sì che la deviazione naturale degli output di processo, considerata pari a $\pm 3\sigma$ equivalga alla metà dei limiti di specifica (ovvero, in altri termini, che i limiti di un articolo prodotto da un processo risultino pari a 6σ). Si supponga, per esempio, che gli output di un processo siano distribuiti normalmente al di sopra della linea A, come illustrato nella figura 3.5. Per la definizione di $\pm 3\sigma$, il 99,73% degli output è compreso entro $\pm 3\sigma$ della media e, dunque, lo 0,27 è esterno a $\pm 3\sigma$ della media. Pertanto, se in quel processo i limiti di

¹¹ Il nome “sigma” deriva dal simbolo che rappresenta la deviazione standard in una distribuzione normale

specifica del prodotto sono posti uguali a $\pm 3\sigma$, si può immaginare che lo 0,27% sia al di fuori delle specifiche. In altre parole, 2,7 unità per migliaio, ovvero 2700 unità per milione (o parti per milione, ppm), siano al di fuori delle specifiche. Ora si supponga di considerare troppo elevato un tasso di difettosità di 2700 ppm. Se i limiti di specifica vengono mantenuti allo stesso valore e il processo viene migliorato a tal punto che la variazione dell'output risulti molto inferiore, la probabilità di produrre un'unità non conforme alle specifiche si abbasserà. Ciò è rappresentato nella figura, al di sotto della linea B. In particolare, si ipotizzi che il processo venga migliorato in misura tale che l'intervallo della sua variazione naturale ($\pm 3\sigma$) sia pari alla metà dell'intervallo definito dai limiti di specifica (che quindi, per definizione, sarà $\pm 6\sigma$ per gli output di processo). Allora, la probabilità di produrre un'unità al di fuori dell'intervallo $\pm 3\sigma$ rimane 0,0027 (data la definizione di $\pm 3\sigma$), ma la probabilità che una parte sia prodotta al di fuori dell'intervallo di specifica è di molto inferiore: circa due parti per miliardo (data la definizione di $\pm 6\sigma$).

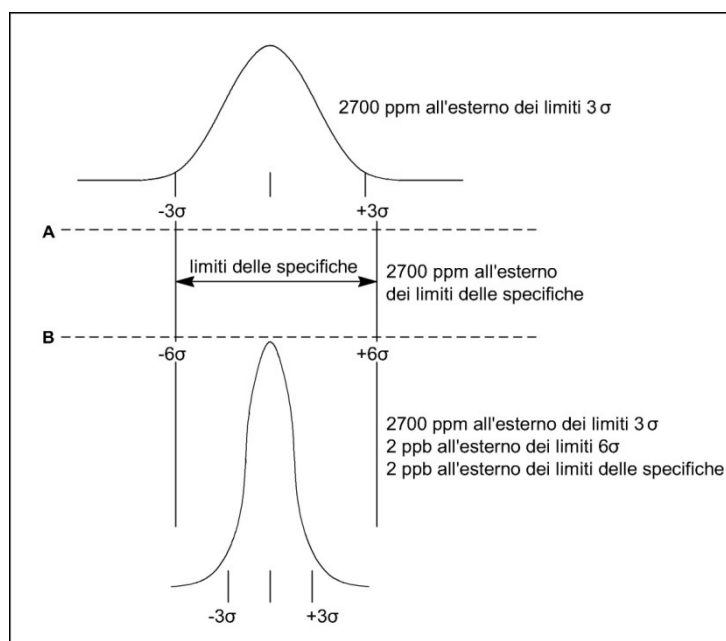


Figura 3-5: Confronto delle distribuzioni Three Sigma e Six Sigma

Da quanto visto fin ora, il metodo risulta focalizzato sulla gestione dei processi al fine di supportare la progettazione ed il controllo. Infatti, nell'applicazione della metodologia in ambito SCRM il rischio viene considerato in termini di assenza di controllo sui processi.

Gli obiettivi della gestione del rischio sembrano possano essere focalizzati sul contenimento e controllo della *vulnerabilità* della catena e sul perseguimento di un obiettivo di “resilienza”. Rispetto tuttavia alle applicazioni di Six Sigma in ambito di misurazione delle performance, in cui l’obiettivo tipico è la robustezza, intesa come gestione efficiente dei singoli processi, in ambito SCRM l’obiettivo di resilienza risulta più complesso, in quanto comprende anche un orientamento all’efficacia ed alla flessibilità.

Tabella 3-5: Gli obiettivi di robustezza e resilienza nella supply chain

Supply chain robuste (lean philosophy)	Supply chain resilienti (leagile philosophy)
<i>Centralità della filosofia “lean” nella gestione strategica della catena</i>	<i>Centralità della gestione del rischio nella gestione strategica della catena</i>
<i>Consapevolezza sulle problematiche della qualità</i>	<i>Consapevolezza sulle problematiche del rischio e della qualità</i>
<i>Controllo di qualità sui processi interni</i>	<i>Gestione dei rischi nei processi della catena, siano essi interni o esterni alla singola azienda</i>
<i>Reattività dei processi a variazioni “ragionevoli” degli input</i>	<i>Reattività dei processi a variazioni o spostamenti negli input, siano essi ragionevoli o improvvisi</i>
<i>Attitudine alla velocità della SC</i>	<i>Attitudine all’accelerazione e decelerazione della SC</i>
<i>Bassi livelli di inventario ovunque con stock strategici di sicurezza</i>	
<i>Livelli di scorte il più possibile contenuti</i>	<i>Gestione strategica del livello di scorta, in funzione degli obiettivi della catena</i>
<i>Efficienza dei processi</i>	<i>→ Efficacia dei processi</i>
<i>Robusto</i>	<i>→ Evolutivo/Adattabile</i>
<i>I processi sono stabili e sotto controllo</i>	
<i>Eliminazione dei processi e delle attività non a valore aggiunto</i>	
<i>La variabilità dell’output della supply chain è minimizzata</i>	

Nonostante il Six Sigma si presti a molteplici applicazioni, quali le previsioni e il monitoraggio delle vendite, può non essere sufficiente in ambito di supply chain risk management, in quanto, focalizzandosi sul controllo dei processi fisici all’interno della catena, non ne considera altre peculiarità, quali il livello di servizio e la velocità di risposta

al mercato e ciò è tanto più vero quanto più l'ambiente ed i mercati di riferimento presentano caratteristiche di complessità. Per tale motivo, come già anticipato precedentemente, la metodologia deve essere supportata da altri strumenti che possano offrire diverse prospettive di analisi e valutazione delle informazioni.

La metodologia *FMEA (Failure Modes and Effect Analysis)*, nata intorno al 1950 presso la NASA (National Aeronautics and Space Administration), è uno strumento orientato all'identificazione ed analisi delle interruzioni potenziali lungo un processo o un flusso di attività, ed avente lo scopo di identificare tempestivamente le cause e le modalità di prevenzione di tali discontinuità. È importante sottolineare che in ottica di SCRM il termine "*failures*", ovvero i fallimenti o gli errori lungo i processi, rappresentano gli eventi sfavorevoli, la cui valutazione ed interpretazione è affidata alla competenza dei singoli manager.

Si tratta probabilmente della tecnica più conosciuta e diffusa nell'ambito industriale e, anche se nel corso degli anni sono stati sviluppati approcci analitici più quantitativi, la sua applicabilità generale ne fa ancora strumento di notevole interesse.

Si possono menzionare tre principali obiettivi per una FMEA:

1. individuare ed analizzare tutti i guasti potenziali associati a un certo sistema, valutandone anche gli effetti;
2. identificare le azioni volte ad eliminare o ridurre in modo sensibile i guasti del sistema e le conseguenze indesiderate associate;
3. documentare il sistema da un punto di vista funzionale in fase sia progettuale che di esercizio.

In quest'ottica l'analisi FMEA è stata applicata anche in ambito di gestione dei rischi all'interno della catena di fornitura con particolare riferimento ad un'estensione del metodo stesso definita *FMECA (Failure Modes, Effect and Criticalities Analysis)*. Per valutare l'affidabilità di un sistema, qualunque esso sia, occorre esprimere una misura della probabilità di accadimento di un evento critico e questo obbliga a porre in cascata alla FMEA una procedura di *Criticality Analysis (CA)* arrivando così alla definizione della FMECA. La metodologia consente quindi di analizzare e valutare i rischi di interruzione e di discontinuità che possono colpire i processi, le cause e la dimensione della manifestazione, in termini di impatto e probabilità, di tali rischi. La metodologia FMECA

deve essere implementata da un team inter-funzionale, in modo tale da sfruttare appieno le competenze e le prospettive di analisi delle persone afferenti le diverse aree dell'organizzazione. Ciò dipende dal fatto che ciascuna persona ha una conoscenza profonda delle attività che segue personalmente ed è orientata a conseguire gli obiettivi propri dell'attività di cui è responsabile.

Le fasi in cui si articola il metodo sono le seguenti:

1. esaminare il processo di SCM utilizzando un flow chart per identificare ogni componente del processo;
2. valutazione degli eventi sfavorevoli e dei modi in cui essi si possono manifestare;
3. definizione dei potenziali effetti di ogni evento;
4. attribuzione di una probabilità e di un impatto ad ogni effetto per ogni evento;
5. calcolo del cosiddetto Risk Priority Number (RPN) per ogni effetto:

$$\text{Risk Priority Number} = P * S * R \quad (3.1)$$

dove:

P = Probabilità di accadimento: rappresenta una stima della frequenza con cui si manifesta l'evento;

S = Severità (o impatto): rappresenta una misura della gravità delle conseguenze dell'evento;

R = Capacità di rilevazione anticipata: misura la possibilità di tenere sotto controllo l'evento;

6. definizione del rischio complessivo per processo, quale somma dei RPN per processo;
7. valutazione quantitativa (VQ), in termini di costi-benefici:

$$VQ = \frac{RPN_{attuale} - RPN_{atteso}}{CostiConnessi} \quad (3.2)$$

8. definizione delle azioni prioritarie.

In figura 3.6 è rappresentata una mappatura delle attività svolte che risulta essere particolarmente esaustiva indipendentemente dal settore in cui è applicata.

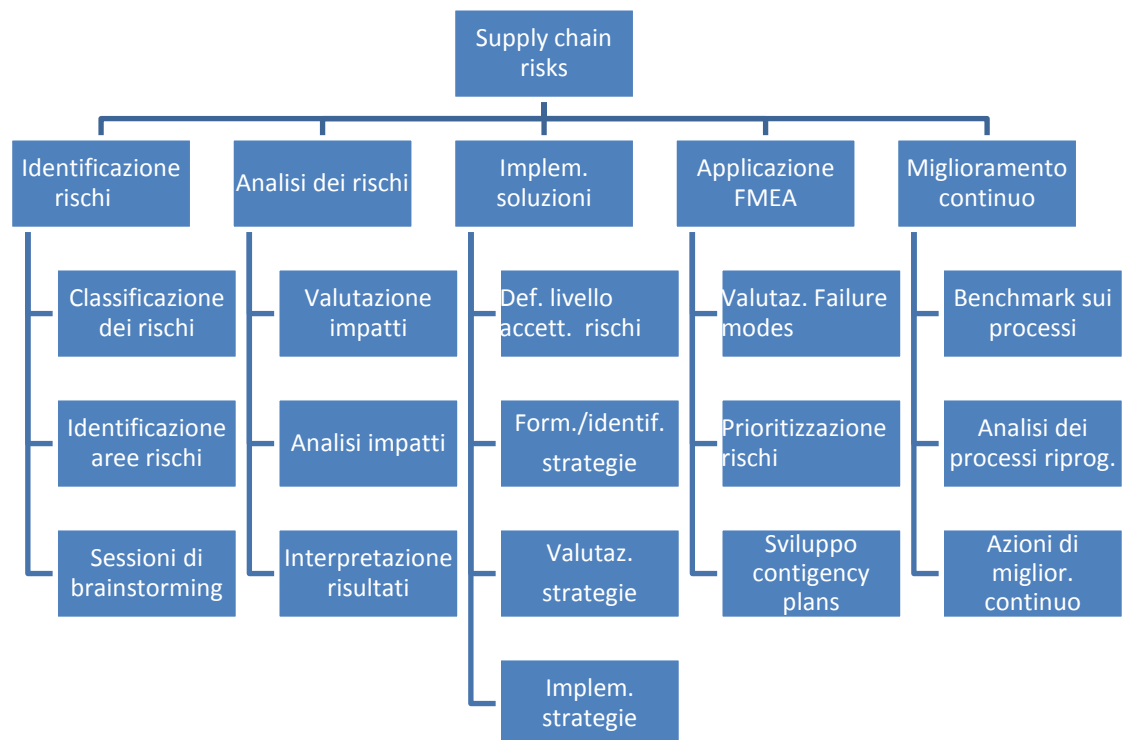


Figura 3-6: Mappatura dei rischi con metodo FMECA

Un limite è che, molto spesso, l'identificazione dei rischi viene spesso contestualizzata in quattro aree: standards, fornitori, information technology e operations, senza tuttavia alcun collegamento con gli obiettivi della supply chain.

Tabella 3-6: Mappa di indicatori analizzati con metodo FMECA

Aree	Rischi	Alto impatto	Medio impatto	Basso impatto
Standards	Conflitto tra indicatori			X
	Mancanza di terminologie condivise	X		
	Conflitti tra componenti di OEM (Original Equipment Manufacturer)	X		
	Differenze negli standard di comunicazione		X	
Fornitori	Dipendenza da venditori		X	
	Mancanza di materie prime	X		
	Mancanza di qualità		X	

	Disservizi di puntualità di evasione	X		
IT	Mancanza di trasparenza nelle informazioni	X		
	Insufficiente capacità produttiva		X	
Operations	Focalizzazione sui costi dei processi	X		
	Eccessivo livello di scorta		X	
	Eccessiva concatenazione tra processi		X	
	Rischi contrattuali		X	

Laddove, come nel caso della SC, sussistano obiettivi comuni a più funzioni o processi è fondamentale definire il grado di priorità di tali obiettivi e ciò deve essere fatto dal management coinvolto nelle misurazioni.

Gli indicatori di rischio devono essere quindi identificati nelle diverse aree in relazione ai diversi obiettivi, per due motivi fondamentali:

- ogni area della catena di fornitura genera rischi diversi in relazione ai diversi obiettivi di analisi;
- la considerazione dell'importanza (peso) degli obiettivi è particolarmente efficace in fase di valutazione degli indicatori di rischio, in quanto consente di comprendere la maggiore o minore gravità che è opportuno assegnare ai rischi in funzione dell'importanza dell'obiettivo su cui essi gravano.

Come già anticipato precedentemente, i metodi quantitativi, quali Six Sigma e FMEA, devono essere supportati con altri strumenti di analisi qualitativa, in maniera tale che il management possa essere sostenuto nell'interpretazione dei risultati derivanti dalle applicazioni di tipo quantitativo. Tali metodologie, considerate singolarmente, porterebbero, infatti, ad una distorsione delle informazioni, inducendo il management ad assumere decisioni in assenza di una reale conoscenza delle variabili decisionali. Di seguito verranno descritte le tre tecniche (metodo delphi, critical path method e scenario planning) normalmente utilizzate per sostenere le metodologie precedentemente descritte.

Il *metodo Delphi* è una tecnica usata per ottenere risposte ad un problema da un gruppo (panel) di esperti indipendenti attraverso due o tre rounds. Dopo ogni round un amministratore fornisce un anonimo sommario delle risposte degli esperti e le loro ragioni. Quando le risposte degli esperti cambiano leggermente tra i vari rounds, il processo è stoppato, infine tra le risposte al round finale viene eseguita una sorta di media matematica.

La tecnica può essere adottata per incontri faccia a faccia, in questo caso il metodo viene chiamato Mini-Delphi o Estimate-talk-Estimate (ETE). La persona che coordina il metodo è conosciuto come “*facilitator*” e facilita appunto le risposte del suo gruppo di esperti, che sono selezionati per le loro conoscenze che essi forniscono attraverso opinioni e punti di vista. Il facilitator invia un questionario al gruppo e se questo accetta, deve seguire delle istruzioni e presentare il proprio parere. Le risposte sono raccolte e analizzate, poi vengono identificati punti di vista comuni e divergenti. Se il consenso non viene raggiunto, il processo continua attraverso un sistema di tesi e antitesi, in direzione di una graduale sintesi fino ad ottenere il quorum. Il metodo è un modello revisionale sistematico e interattivo basato su indipendenti input di esperti selezionati. In particolare, la metodologia riconosce il valore dell’opinione, dell’esperienza e dell’intuizione dell’esperto e permette di usare l’informazione limitata disponibile in questi valori quando manca un pieno sapere scientifico. Le domande sono solitamente formulate come ipotesi e i membri esprimono ciò che pensano fin quando il tempo a disposizione non sarà totalmente terminato. Ciascun round di domande è seguito dal feedback sul precedente round di risposte fornite dagli altri esperti. Si crede che durante questo processo la serie di risposte diminuisca e il gruppo converge in direzione della “risposta corretta”. Dopo diversi rounds, il processo è completato e la media dei risultati determina la risposta finale.

Particolari caratteristiche chiave del metodo Delphi aiutano a focalizzare il problema e separano Delphi dalle altre metodologie.

Struttura di flusso di informazioni: inizialmente vengono raggruppate le risposte degli esperti ai questionari e i loro commenti alle risposte. Il direttore del panel controlla le interazioni tra i partecipanti, il flusso di informazioni e filtra i contenuti irrilevanti. Ciò evita gli effetti negativi delle discussioni faccia a faccia e risolve i frequenti problemi di dinamiche di gruppo.

Feedback regolare: i partecipanti commentano le risposte degli altri nel corso dei questionari, in ogni momento possono rivedere le loro precedenti affermazioni. Mentre, infatti, in incontri di gruppo regolare, i partecipanti tentano di far prevalere le loro opinioni e spesso si formano dei group leaders, il metodo Delphi previene questi problemi.

Anonimato dei partecipanti: la loro identità non è rivelata nemmeno dopo il completamento del rapporto finale. Questo impedisce ai partecipanti di usare la loro autorità e personalità

durante il processo per dominare gli altri. Ognuno è libero quindi di esprimere il proprio punto di vista, di fare aperte critiche, individuare errori e, se opportuno, ritornare sul proprio parere.

Il *Critical Path Method* (CPM), letteralmente “metodo del percorso critico”, è una tecnica di analisi delle relazioni di causa-effetto, utilizzata per individuare, nell’ambito di un diagramma a rete (di tipo PERT¹²), la sequenza di attività più critica (massima durata) ai fini della realizzazione di un progetto. È stato sviluppato nel 1950 dalla US Navy con lo scopo di organizzare al meglio la costruzione di sottomarini, e successivamente, in particolare, la costruzione di sottomarini nucleari. Oggi essa è comunemente utilizzata per tutte le tipologie di progetti, con attività interdipendenti tra loro, in particolare la costruzione, lo sviluppo di software, i progetti di ricerca, sviluppo del prodotto, manutenzione degli impianti, ecc. La tecnica fondamentale per l’utilizzo della metodologia è costruire un modello del progetto che include i seguenti elementi:

- un elenco di tutte le attività necessarie per completare il progetto (anche conosciuto come *work breakdown structure*);
- il tempo (durata) di completamento di ogni attività;
- le dipendenze tra le attività.

Sulla base di tali elementi, il CPM calcola il percorso critico, individuato il quale si tengono sotto stretto controllo le attività che lo compongono, in quanto un ritardo (maggiore durata del previsto) di una qualsiasi di queste, comporta inevitabilmente un ritardo sull’intero progetto.

Con la tecnica PERT/CPM si rappresenta il flusso logico di attività, in sequenza o in parallelo, mediante un reticolo, normalmente del tipo “ad arco”, formato da:

- frecce: che rappresentano le attività;
- nodi: punti di inizio/fine delle attività, che rappresentano eventi nel tempo.

¹² PERT (*Program Evaluation and Review Technique*): tecnica di project management sviluppata nel 1958 attraverso cui si tengono sotto controllo le attività di un progetto utilizzando una rappresentazione reticolare che tiene conto della interdipendenza tra tutte le attività necessarie al completamento del progetto. L’algoritmo PERT non elabora una sequenza temporizzata delle attività stesse, perché non tiene conto della disponibilità delle risorse, ma considera che le risorse siano a disponibilità infinita.

In figura 3.7 si rappresentano a titolo di esempio le attività necessarie per la costruzione di una casa, evidenziando il tracciato critico e le sequenze di esecuzione delle diverse attività.

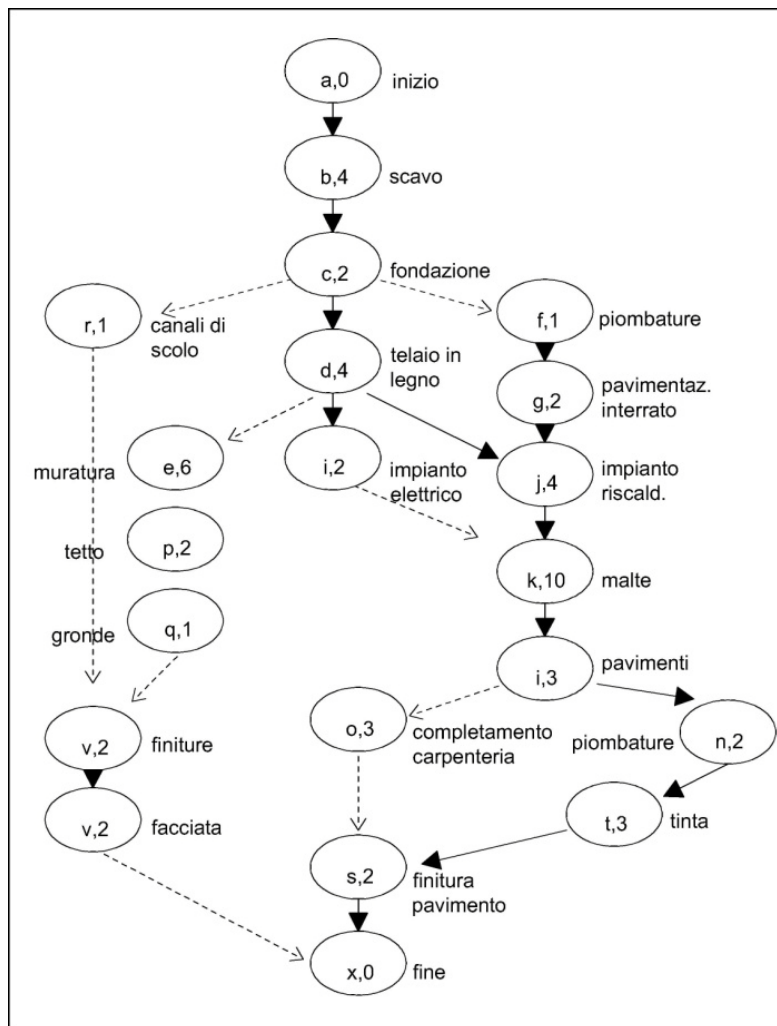


Figura 3-7: Esempio di applicazione del metodo *Critical Path Analysis* per la costruzione di una casa

Gli obiettivi del metodo, applicata nella gestione della supply chain sono:

- definire e comprendere le interdipendenze e le sequenzialità tra le attività o le fasi dei processi; in tal modo è possibile comprendere quali eventi ne generano altri ad essi dipendenti;
- definire quali attività o fasi, a monte o a valle della catena, si trovano su un “percorso critico” (*critical path*), cioè rappresentano degli eventi particolarmente significativi da gestire;

- identificare le attività o fasi che, non trovandosi sul “percorso critico” possono essere gestite con priorità inferiore o in modo meno sistematico.

Le “conseguenze negative” derivanti dalla manifestazione di problemi lungo un percorso critico, possono quindi essere:

1. totale interruzione dei processi o flussi di attività a valle;
2. prosecuzione dei processi o flussi di attività a valle, ma con la reiterazione o conservazione di errori o difetti derivanti dai problemi verificatisi a monte.

In base a questa seconda ipotesi è importante controllare l’eventuale presenza di errori lungo quei flussi o processi che, di fatto, non si siano interrotti, specie se si tratta di processi critici. Se ad esempio, un processo di produzione riguarda la realizzazione di prodotti a elevato valore intrinseco, per cui l’assenza di difettosità rappresenta un obiettivo critico in ottica di “*customer service*”, la rilevabilità di specifiche difettosità a monte del processo è essenziale. Nel caso in cui essa non sussistesse, si dovrà provvedere ad intensificare i controlli a campione a valle del processo. La Critical Path Analysis consente quindi di identificare il “tracciato critico” sulla base dei processi ritenuti centrali oppure sulla base della priorità assegnata agli obiettivi di supply chain management.

L’applicazione di tale tecnica in ottica di gestione del rischio può avvenire in modo potenzialmente differente a seconda del concetto di rischio adottato. Se l’obiettivo di indagine fosse lo studio dei soli rischi fisici o puri, la Critical Path Analysis potrebbe essere utile per identificare le possibili interruzioni dei processi (*disruption analysis*) e quindi le aree dove sia necessario investire in prevenzione del rischio.

La Critical Path Analysis, consente, inoltre, di supportare il management nella identificazione dei cosiddetti colli di bottiglia lungo i processi o flussi di attività.

La tecnica di *Scenario Planning* ha invece come obiettivo la definizione di particolari scenari, costruiti mediante l’identificazione e mappatura di tutti i potenziali accadimenti che possono verificarsi in un certo intervallo di tempo.

La Royal Dutch Shell, multinazionale anglo-olandese operante nel settore petrolifero, una dei primi adottanti della metodologia, definisce gli scenari come segue: “*gli scenari futuri sono storie future attentamente preparate che comprendono un’ampia varietà di idee integrate in modo comunicativo ed utile. Gli scenari aiutano a collegare le incertezze future alle decisioni che dobbiamo prendere oggi*”.

La mappatura degli scenari avviene sulla base delle variabili di prevedibilità o non prevedibilità degli accadimenti e sulla base dell'impatto potenziale, maggiore o minore, derivante da essi.

La costruzione degli scenari si sviluppa, in particolare, attraverso le seguenti fasi:

- selezione dell'orizzonte temporale di indagine e degli aspetti chiave su cui focalizzare la ricerca;
- identificazione degli accadimenti, cioè dei trend, dinamiche evolutive ed eventi che si ritiene possano caratterizzare tale contesto di analisi nell'orizzonte temporale definito;
- identificazione dell'impatto positivo o negativo che ogni accadimento potrebbe avere sul contesto di analisi;
- rappresentazione complessiva degli accadimenti;
- verifica di coerenza complessiva e valutazione sintetica dei possibili scenari;
- estrapolazione, dagli scenari emersi, di un unico scenario da adottare per le scelte di gestione.

Lo Scenario Planning è particolarmente utile per supportare il management nella costruzione degli scenari che coinvolgono più imprese e che per questo possono dare luogo ad eventi maggiormente imprevedibili. È il caso, ad esempio, della catena di fornitura, qualora non vi fosse visibilità e condivisione delle informazioni tra gli attori della catena. Per questi motivi una valutazione degli scenari all'interno della supply chain condivisa dai diversi partner può essere molto utile. Essa infatti può supportare la definizione di un piano di priorità di SCM, condiviso tra i partner. Inoltre, la costruzione di scenari comuni può agevolare un processo di gestione del rischio basato su principi condivisi dalle diverse imprese.

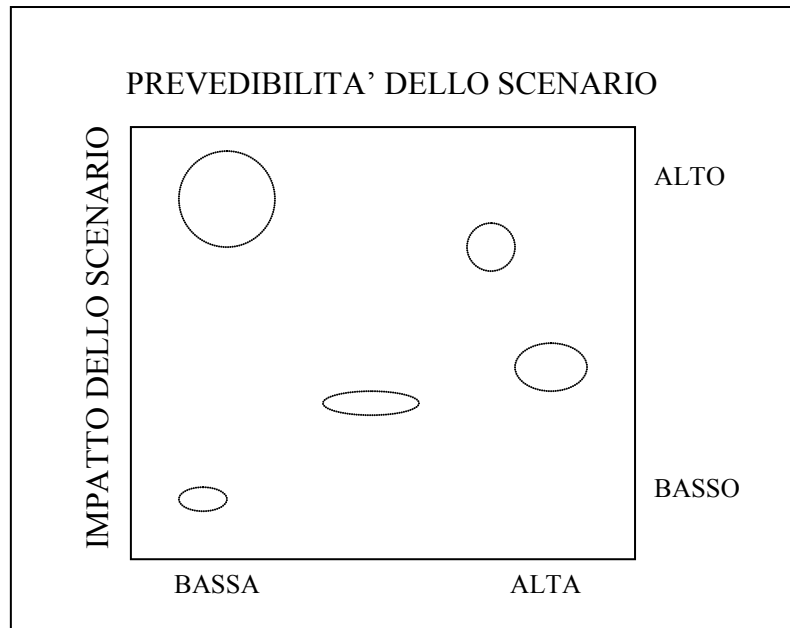


Figura 3-8: Mappatura degli scenari

3.5 LA MISURAZIONE DEI RISCHI

L'implementazione di sistemi di misurazione, sia di performance che di rischio, in un contesto di supply chain può presentare delle difficoltà, principalmente per due motivi.

Lungo una catena di fornitura esiste una forte correlazione tra gli eventi a monte e a valle delle singole imprese: un ritardo di consegna da parte di un fornitore, può generare, ad esempio degli effetti/conseguenze sui flussi di prodotti ed informazioni che si manifestano a valle della catena di fornitura. La previsione di tali effetti/conseguenze risulta particolarmente difficile e ciò rende, dunque, particolarmente complessa la misurazione degli impatti potenziali derivanti dagli eventi dannosi.

Inoltre, gli indicatori, sia di performance che di rischio, relativi ad una catena di fornitura, devono essere calcolati sulla base dei dati provenienti da diverse imprese, esterne all'impresa focus di analisi. La non totale disponibilità delle imprese a "svelare" le informazioni sui propri processi e le diversità eventuali nei criteri di raccolta ed elaborazione dei dati potrebbero alterare in modo significativo la rappresentatività dei risultati ottenuti.

Per tali motivi un'indagine degli indicatori, condotta senza considerare correttamente le imprese da coinvolgere e la reale comparabilità ed attendibilità dei dati condivisi, determina il rischio di ottenere risultati non verosimili e distorti.

Per evitare ciò ed ottenere quindi un sistema di misurazione efficace, è necessario prima di tutto stabilire quali membri della catena coinvolgere e quali processi sottoporre a misurazione.

In particolare, un metodo di indagine dei rischi nella supply chain, basato sull'identificazione di un insieme di indicatori, si sviluppa in due “macrofasi”.

La prima fase è costituita dalle seguenti attività:

1. identificare le aree in cui si articola la supply chain;
2. identificare gli obiettivi di SCM e definire i criteri in base ai quali assegnare un ordine di priorità ad ogni obiettivo per consentire una più efficace interpretazione degli indicatori.

La seconda fase, ovvero il processo di definizione del cruscotto di indicatori, approfondita nel paragrafo 3.6, costituisce il cuore del metodo d'indagine, ed è costituita dalle seguenti attività:

1. identificazione dei driver di rischio;
2. selezione cruscotto iniziale di *risk indicators*;
3. selezione cruscotto finale;
4. valutazione degli indicatori di rischio.

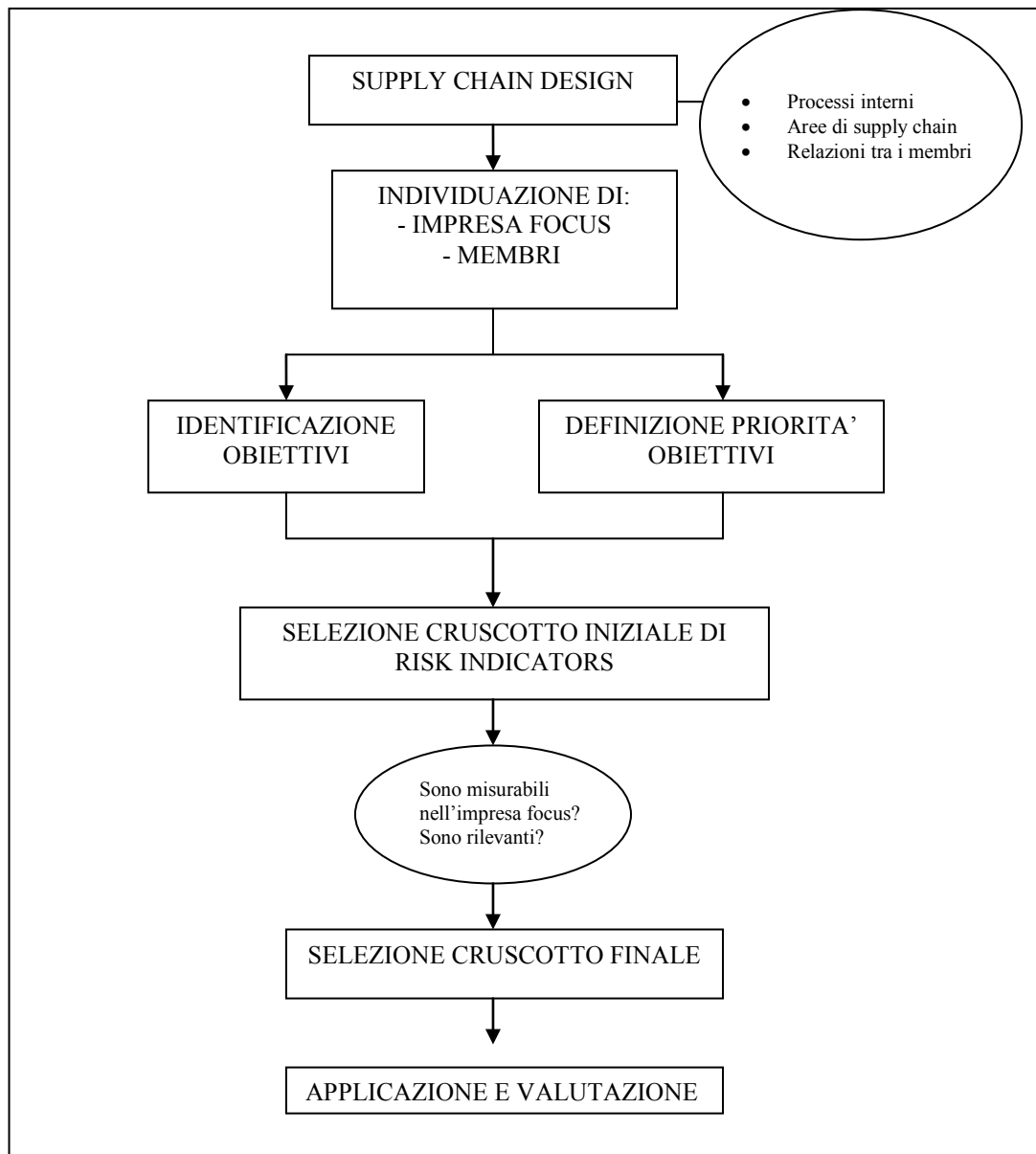


Figura 3-9: Metodo di indagine dei rischi nella supply chain

3.5.1 Le aree della supply chain

Si definisce “area” l’insieme di attività ed operazioni che vengono svolte all’interno di un contesto funzionale o spaziale e che sono gestite generalmente da un unico responsabile all’interno di una specifica funzione. Come già anticipato precedentemente, le aree della catena di fornitura, nelle quali transitano tutti i flussi di beni ed informazioni che si

articolano lungo la supply chain, e che operano sia all'interno che all'esterno delle singole imprese, si possono suddividere in cinque categorie:

1. trasporto/distribuzione;
2. processo produttivo;
3. ciclo dell'ordine;
4. magazzino;
5. approvvigionamento.

Il *trasporto* si riferisce tipicamente alle scelte di selezione dei partner quali *third party* specialistici, selezionati in funzione delle variabili di costo e servizio. La *distribuzione* si riferisce alla gestione della relazione con i partner a valle dell'impresa focus considerata. Tale area coinvolge le problematiche di gestione degli ordini e delle condizioni di vendita e, da un punto di vista qualitativo, la natura delle relazioni e l'eventuale condivisione delle informazioni.

Il *processo produttivo* rappresenta il sistema di attività di produzione proprie delle imprese manifatturiere facenti parte della catena. Rientrano in esse anche la pianificazione e programmazione della produzione. L'attività manifatturiera comprende inoltre tutte le attività di trasformazione interna e la gestione degli impianti. Le decisioni riguardanti quest'area sono quindi quelle relative alla gestione della capacità produttiva e dei tempi di produzione, al fine di garantire una efficace risposta al mercato e di definire le caratteristiche del servizio da richiedere ai fornitori.

L'area del *ciclo dell'ordine* comprende tutte le fasi di ricevimento, processazione ed evasione degli ordini verso i clienti. La gestione del ciclo dell'ordine è caratterizzata in particolare dalla capacità di rielaborazione e condivisione delle informazioni con altre aree della catena di fornitura. Inoltre, il ciclo dell'ordine presenta tipicamente una stretta relazione con la gestione del portafoglio clienti e, come per tutte le altre aree, il ciclo dell'ordine interno alla singola impresa è parte del ciclo dell'ordine dell'intera catena di fornitura.

La *gestione del magazzino* riguarda la gestione degli stock da parte di un'impresa, dal momento del ricevimento degli input fino alla cessione degli output. In ottica di supply chain, la gestione dei magazzini avviene con l'obiettivo specifico di sincronizzare le operazioni della catena di fornitura con le richieste del mercato.

Infine, *l'area approvvigionamenti* rappresenta il sistema di attività, spesso gestite da una funzione operativa, che seleziona e gestisce le relazioni con i fornitori, al fine di regolare l'acquisto di materiali, prodotti e servizi. In ottica di gestione dei flussi e processi, nell'area approvvigionamenti si adoperano indicatori valutanti l'efficienza e il livello di qualità dei flussi di prodotto in ingresso.

3.5.2 Obiettivi e priorità: il metodo Analytic Hierarchy Process

Ogni area è caratterizzata da rischi diversi in relazione ai diversi obiettivi e, per tale motivo, è necessario focalizzare l'analisi del rischio per obiettivi. Tale approccio è finalizzato, in particolare, al raggiungimento di un duplice scopo:

1. identificare gli specifici rischi che minacciano il perseguimento dei singoli obiettivi di SCM;
2. valutare l'impatto potenziale di tali rischi in relazione alle diverse priorità assegnate agli obiettivi.

Va sottolineato che non è sufficiente attribuire ad ogni obiettivo un particolare livello di importanza, ma è necessario tenere in debito conto la correlazione tra più obiettivi. Infatti, i fattori di rischio che minacciano il perseguimento di un obiettivo possono generare effetti negativi anche su altri obiettivi ed essere a loro volta correlati ad altri fattori di rischio mediante legami di causa-effetto.

Per costruire una gerarchia delle priorità degli obiettivi è possibile adottare il metodo AHP (*Analytic Hierarchy Process*), tecnica di *decision making* nata nel 1970 e successivamente sviluppata in molti ambiti decisionali come ad esempio la selezione dei fornitori, la localizzazione degli impianti di produzione, la scelta delle tecnologie produttive, ecc. Essa è destinata a supportare la soluzione di problemi decisionali in condizioni di incertezza e di fronte a molteplici obiettivi. La metodologia fornisce, in particolare, un quadro completo e razionale per la strutturazione di un problema, per la rappresentazione e quantificazione dei suoi elementi, al fine di mettere in relazione tali elementi con gli obiettivi generali e per valutare soluzioni alternative.

L'implementazione si sviluppa in quattro fasi:

- creare la struttura gerarchica;
- comparare gli attributi e le alternative;
- convertire le comparazioni in “pesi”;
- rielaborare i dati ottenuti.

La prima fase consiste nella decomposizione della decisione in una gerarchia di sotto-problemi facilmente comprensibili, ciascuno dei quali può essere analizzato separatamente. Come indicato in figura 3.10, si inizia con l'identificare un macro-obiettivo (livello 1), per il cui conseguimento si devono porre in essere altre n decisioni, definite “*decision attributes*” (livello 2) che rappresentano generalmente delle macro tematiche di rilevanza strategica per il conseguimento dell'obiettivo di primo livello e per questo motivo possono essere considerate come sub-obiettivi dell'obiettivo di primo livello. Ulteriori dettagli legati ai sub-obiettivi sono quindi contenuti nei cosiddetti “*more detailed decision attributes*” (livello 3), da cui derivano infine le alternative decisionali (“*decision alternatives*”, livello 4). I quattro livelli compongono la cosiddetta “gerarchia decisionale”, la cui identificazione rappresenta la parte centrale e più critica del metodo. In particolare, il livello 2 dovrebbe esprimere sub-obiettivi collegati alle *capabilities* dell'impresa ed il livello 3 rappresenterebbe i fattori decisionali.

Una volta costruita la gerarchia si raccolgono tutte le informazioni necessarie per definire l'importanza dei diversi fattori, e per compararli reciprocamente si assegna loro un “indice di preferenza” (fase 2). L'obiettivo è quindi definire, all'interno di apposite matrici, quanto ogni fattore/obiettivo è più importante rispetto ad un altro, secondo una scala di preferenza che, nel modello originario, va da 1 a 9. Nell'effettuare tali comparazioni i manager possono utilizzare dati concreti oppure giudizi personali. L'essenza del metodo AHP consiste nel fatto che non solo le informazioni fondamentali, ma anche i giudizi umani possono essere utilizzati per effettuare le valutazioni.

Nella terza fase si assegnano dei pesi ad ogni fattore/obiettivo, tenendo conto delle comparazioni e verificando anche che sia soddisfatto il requisito di coerenza e significatività nei giudizi espressi dagli “indici di preferenza”, che solitamente vanno da 1 a 5. L'attribuzione di tali pesi consente una comparazione razionale e coerente tra elementi diversi e spesso non quantificabili. Tale capacità distingue l'AHP dalle altre tecniche di decision making.

Nella fase finale si rielaborano i dati risultanti dalle fasi precedenti arrivando quindi ad una valutazione finale in termini di scelta decisionale.

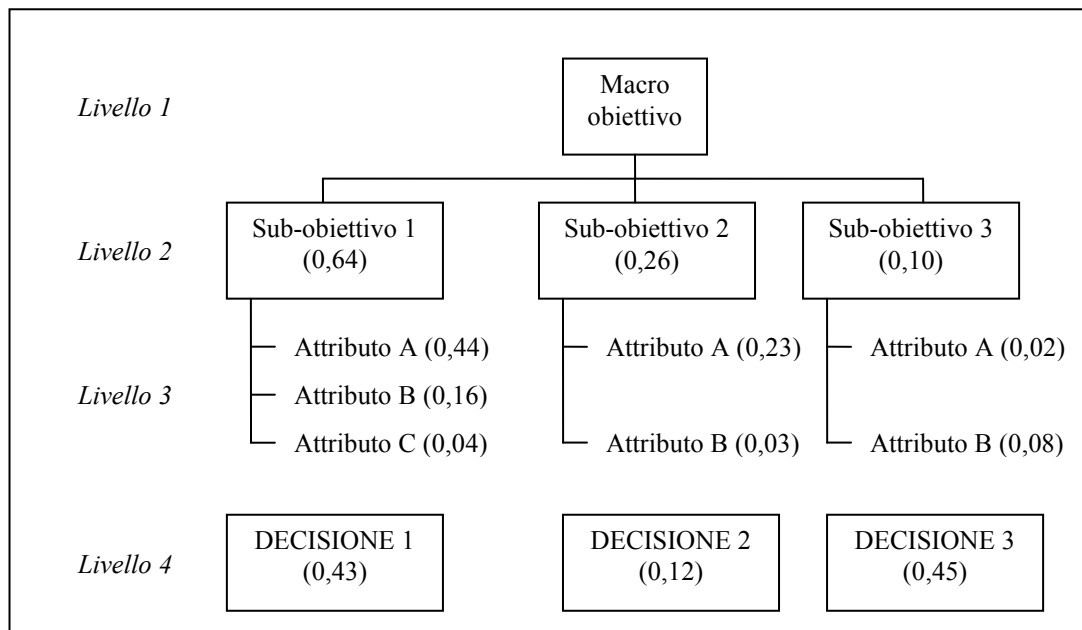


Figura 3-10: La gerarchia del metodo AHP

Tale metodo, in particolare, prevede il coinvolgimento di un team di soggetti valutatori, che, nel caso specifico di definizione della priorità degli obiettivi, dovrebbe corrispondere ad una task composta dai manager responsabili delle attività proprie delle diverse aree della supply chain. Essi devono dapprima definire una gerarchia di “fattori critici” che possano ostacolare il perseguimento dell’obiettivo prefissato.

A titolo di esempio, consideriamo come obiettivo principale la creazione di valore per il cliente. In particolare, il livello di servizio che le imprese dovrebbero offrire al cliente, attraverso cui è possibile valutare la capacità delle imprese di creare valore per i clienti può essere definito e misurato attraverso le quattro componenti dell’indice di “ordine perfetto”:

$$PUNTUALITA' = \frac{OrdiniEvasiInTempo}{TotaleOrdiniRicevuti} * 100 \quad (3.3)$$

$$COMPLETEZZA = \frac{OrdiniEvasiCompleti}{TotaleOrdiniEvasi} * 100 \quad (3.4)$$

$$CORRETTEZZA = \frac{OrdiniEvasiCorretti}{TotaleOrdiniEvasi} * 100 \quad (3.5)$$

$$ASSENZA di DANNI / DIFETTI = \frac{OrdiniEvasiSenzaDanni / Difetti}{OrdiniEvasi} * 100 \quad (3.6)$$

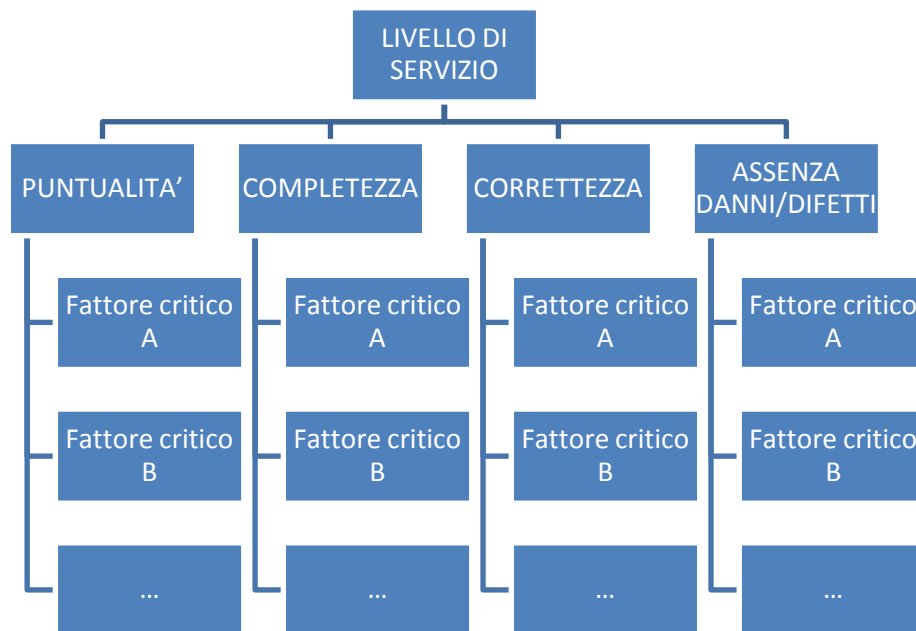


Figura 3-11: La struttura dei fattori critici

Basandosi sull'analisi del peso e dell'importanza di tali fattori critici, i decisori devono quindi esprimere il proprio giudizio sull'importanza che soggettivamente ritengono di assegnare ai diversi obiettivi. Durante tale fase, i soggetti valutatori potrebbero decidere di modificare l'elenco dei fattori critici proposti, alla luce, ad esempio, di ulteriori riflessioni. In tal caso è importante che ogni integrazione o modifica dei fattori critici venga portata a conoscenza di tutti gli altri decisori, in modo da consentire loro di beneficiare di questi ulteriori elementi di riflessione. Il processo di ponderazione degli obiettivi prevede di fare innanzitutto delle comparazioni tra gli obiettivi a due a due.

Tabella 3-7: Comparazione tra obiettivi

	COMPLETEZZA	
	Giudizio di comparazione	Spiegazione
PUNTUALITÀ	= (uguale importanza)	I due obiettivi hanno lo stesso peso. I fattori di rischio che gravano sui due obiettivi, potrebbero avere la stessa gravità.
	+ (maggiore importanza)	L'obiettivo di puntualità è ritenuto più importante di quello di completezza.
	- (minore importanza)	L'obiettivo di puntualità è ritenuto meno importante di quello di completezza

In tale fase i soggetti valutatori devono rispondere alla domanda: “quale dei due obiettivi è più importante rispetto all’altro, e di quanto?”. Tali valutazioni a coppie devono infine tradursi in un’analisi complessiva di tutte le relazioni, previa verifica da parte dei manager di una coerenza complessiva tra tutte le ponderazioni.

È importante sottolineare che l’indagine delle priorità degli obiettivi deve essere svolta all’interno di un’impresa della supply chain, ma le valutazioni devono estendersi agli obiettivi dell’intera catena di fornitura e non è detto che la singola impresa presenti al suo interno le medesime priorità che contraddistinguono la supply chain. Per evitare il manifestarsi di tale difformità sarebbe opportuno che l’impresa focus di analisi rappresentasse l’impresa principale, in termini di importanza, all’interno della supply chain.

3.6 GLI INDICATORI DI RISCHIO

Il processo di definizione del cruscotto di indicatori di rischio da applicare all’impresa oggetto di analisi si articola nelle seguenti fasi:

1. identificazione, all'interno di ogni area della catena di fornitura, di driver di rischio che esprimano delle minacce al perseguimento degli obiettivi di cui si è definita in precedenza la mappa delle priorità;
2. definizione di un cruscotto potenziale di indicatori di rischio che misurino quantitativamente l'entità dei fattori di rischio in precedenza descritti;
3. selezione dei soli indicatori di rischio ritenuti misurabili e definizione del cruscotto di indicatori da sottoporre a rilevazione e valutazione.

Tali fasi vengono implementate attraverso la costruzione di una mappa di indicatori di rischio, mediante il coinvolgimento dei manager aziendali che, nell'impresa selezionata come focus di analisi, devono calare il cruscotto di indicatori nel caso reale. A seconda dell'impresa considerata, infatti, alcuni degli indicatori proposti nel secondo step potrebbero essere non facilmente rilevabili o di difficile interpretazione. Per questo motivo solo il management potrà adattare il cruscotto di indicatori alla propria impresa, sia in funzione dei propri obiettivi che della effettiva misurabilità degli indicatori.

3.6.1 Identificazione dei driver di rischio

L'identificazione dei fattori di rischio, in ciascuna area della supply chain, deve essere realizzata in funzione degli obiettivi prefissati. In questo caso è possibile considerare le cinque aree precedentemente indicate e come obiettivo la creazione di valore per il cliente.

Con riferimento all'**obiettivo di puntualità**, è possibile considerare i fattori di rischio elencati di seguito.

- *Eventi imprevisti che possano colpire i processi*, quali ad esempio le interruzioni improvvise lungo i processi o quelle attività operative che possano causare ritardi non prevedibili lungo le fasi dei processi.
- *Concatenazione delle fasi lungo i processi*: tanto maggiori sono le concatenazioni e relazioni causali tra le fasi dei processi e le attività di catena, tanto maggiore potrebbe essere il rischio che eventuali ritardi a monte si riflettano sulle fasi a valle.

- *Natura della domanda*: in ogni catena di fornitura la domanda può avere caratteristiche diverse, in relazione al tipo di prodotto (durata del ciclo di vita, livello di innovazione dei prodotti, etc.), al settore (ad esempio, in funzione delle dinamiche evolutive dei concorrenti e delle rispettive posizioni competitive), nonché al mercato di riferimento (in funzione delle caratteristiche dei target).
- *Scarsa affidabilità del ciclo dell'ordine*: una fonte potenziale di rischio potrebbe essere rappresentata dalla mancanza di un adeguato grado di informatizzazione del ciclo dell'ordine, la quale generalmente riduce i tempi e gli errori di processazione degli ordini e favorisce una maggiore condivisione delle informazioni a livello intra- ed inter-aziendale.
- *Assenza di integrazione con i fornitori*: gli indicatori di non-puntualità sono calcolabili non solo in riferimento alla prestazione di servizio offerto al mercato finale, ma anche quali indicatori del livello di “non-servizio” ricevuto dai propri fornitori. Qualora si rilevi che le proprie fonti di approvvigionamento offrono performance non positive in modo sistematico e strutturale, tali indicatori potrebbero rappresentare il rischio tendenziale di una manifestazione futura del medesimo disservizio. La struttura stessa del ciclo dell'ordine verso i propri fornitori può nascondere dei fattori di rischio, laddove ad esempio non vi fosse alcuna integrazione informatica. Inoltre, la natura delle relazioni con i fornitori può celare delle criticità, in riferimento al numero ed alla stabilità dei rapporti con essi .
- *Esposizione ai rischi di interruzione delle attività*, con particolare riferimento alle attività fisiche, tipicamente proprie dei magazzini e degli stabilimenti produttivi. I fattori di rischio che rientrano in tale tipologia sono generalmente rilevati nel corso di perizie da parte di professionisti esterni.

Rispetto all'**obiettivo di completezza**, invece, il rischio di non completezza dovrebbe essere attentamente considerato in riferimento a due ipotesi: la volontaria non completezza nell'evasione degli ordini e la non completezza involontaria. L'evasione di un ordine incompleto può infatti dipendere da una scelta consapevole da parte dell'impresa nei casi in cui, in assenza di uno o più articoli facenti parte di una spedizione, si decida di spedire gli altri codici nei tempi previsti, rimandando la spedizione dell'articolo in ritardo. In tal caso l'impresa esprime la preferenza per un obiettivo di puntualità piuttosto che di completezza.

In altri casi l'impresa può evadere ordini non completi sulla base di errori non voluti, dovuti in particolare da inefficienze nella gestione del ciclo dell'ordine. Sulla base di queste riflessioni si possono selezionare due fattori di rischio:

- *ritardi o errori imputabili ad una o più aree di supply chain*: nel caso particolare di ordini spediti incompleti, in particolare per incompletezza volontaria, i ritardi possono essere imputabili alle attività di magazzino, alla attività manifatturiera o ai fornitori;
- *errori causati dal ciclo dell'ordine*: una gestione errata dei dati immessi nel ciclo dell'ordine può generare degli errori che possono causare la composizione di ordini non completi o, come descritto di seguito, non corretti. La gestione informatizzata del ciclo dell'ordine, molto diffusa nelle imprese, permette tendenzialmente una gestione molto precisa dei dati, per cui tale fattore di rischio risulta essere frequentemente non rilevante.

Rispetto all'**obiettivo di correttezza**, le aree di rischio sono:

- *il ciclo dell'ordine*, può generare richieste d'ordine errate;
- *nel trasporto*, invece, possono essere i vettori i responsabili di errate consegne.

Rispetto all'**obiettivo di consegna senza danni o difetti**, i fattori di rischio possono essere collegati a due aspetti:

- *presenza di difettosità all'interno dei prodotti*: la difettosità dei prodotti può derivare da problemi di produzione imputabili ad una o più imprese di trasformazione lungo la catena, a monte o a valle dell'impresa focus. In tal senso i controlli di qualità rappresentano un'azione di prevenzione del rischio, sia per i prodotti/componenti acquistati dai fornitori che per gli input di ogni fase di lavorazione interna. Si noti tuttavia che eccessivi controlli di qualità, pur rappresentando una misura di prevenzione del rischio, possono potenzialmente rallentare i tempi dei processi.
- *Danneggiamento causato da attività di movimentazione e trasferimento dei beni*: le attività di movimentazione interna (nei magazzini e lungo i flussi di trasformazione) e le attività di trasporto sono una sorgente potenziale di danno ai prodotti. I danneggiamenti, se immediatamente scoperti, comportano solitamente la necessità di ritirare i prodotti prima della consegna al cliente, con effetto sugli obiettivi di completezza o puntualità; altrimenti il danno può palesarsi dopo la consegna del

prodotto, con impatto diretto sul servizio al cliente e con il potenziale insorgere di un reclamo.

3.6.2 La selezione degli indicatori

La definizione dei fattori di rischio si traduce successivamente nella selezione di un cruscotto di indicatori di rischio che permettano di monitorare gli eventi avversi che possono gravare sul perseguimento degli obiettivi.

Il processo di selezione degli indicatori di rischio in ogni area si articola sinteticamente in due fasi:

1. selezione dei soli fattori di rischio ritenuti misurabili;
2. selezione, tra gli indicatori individuati, di quelli che consentono la definizione di un sistema di misurazione delle performance.

In generale, la costruzione del cruscotto di indicatori di rischio può essere effettuato tenendo conto delle seguenti indicazioni.

Gli indicatori devono direttamente riferirsi ad un processo ritenuto focus di analisi lungo la catena: all'interno del processo centrale di supply chain management, il processo focus potrebbe essere ad esempio il *manufacturing flow management*, in quanto rappresenta il collegamento tra la domanda (*demand management*) e tutte le fasi a monte delle attività manifatturiere (*supplier relationship management*). Per questo motivo l'impresa che, in una catena di fornitura, svolge l'attività manifatturiera è anche referente principale di tale processo di manufacturing flow management. Tuttavia, ogni impresa che svolge attività di trasformazione all'interno della catena partecipa al processo di manufacturing flow management, sia essa un fornitore o un'impresa di produzione. Naturalmente la selezione di questo processo non implica necessariamente che l'impresa focus di analisi debba essere un'impresa manifatturiera.

Gli indicatori devono essere semplici e facili da usare: come detto nei punti precedenti, la facilità di gestione è il requisito basilare per un efficace utilizzo degli indicatori. Il rischio insito nell'adozione di un tale approccio è tuttavia quello di avvalersi di misurazioni che spesso potrebbero essere valutabili nei modi più disparati. Per questo motivo è cruciale che

le interpretazioni degli indicatori siano sempre demandate ad un team interfunzionale di manager.

Si devono prediligere indicatori non-finanziari: il motivo è la scarsa attitudine degli indici finanziari ad esprimere la “causa” di una mancata performance o le eventuali azioni correttive da implementare. Infatti, nonostante le decisioni e le azioni in ambito logistico generino effetti in termini economico-finanziari, tali indicatori subiscono variazioni anche, ma non solo, in funzione delle scelte gestionali di supply chain. Per questo motivo non esiste una correlazione univoca e lineare tra gli accadimenti legati al “sistema” supply chain e la variazione degli indicatori finanziari. Quindi non risulta del tutto corretto affermare che gli indicatori finanziari sono in grado di rappresentare gli effetti delle scelte di gestione della logistica.

Inoltre, gli obiettivi della catena di fornitura devono guidare la rilevazione e l'interpretazione degli indicatori, siano essi di performance o di rischio. Tali obiettivi dovrebbero essere definiti dal top management (CEO) con la partecipazione dei manager direttamente coinvolti nei processi ed attività logistiche. Il responsabile della funzione finanza (CFO) dovrebbe invece monitorare gli effetti che la gestione logistica comporta sugli obiettivi di sua competenza, ma che tuttavia non coincidono con gli obiettivi del supply chain management.

Gli indicatori devono fornire un rapido feed-back: anche questa caratteristica dipende dalla flessibilità di utilizzo e semplicità degli indicatori; inoltre, è importante selezionare metodi di rappresentazione dei risultati che siano immediati ed efficaci.

Gli indicatori devono supportare il miglioramento continuo, piuttosto che il semplice monitoraggio: questo principio è particolarmente utile in ambito di misurazione del rischio, poiché l'obiettivo del metodo di indagine non è solo quello di monitorare i rischi nei processi, ma di verificare l'attitudine dei processi a conseguire i propri obiettivi. I fattori di rischio, in quest'ottica, vengono considerati quali potenziali cause di non conseguimento degli obiettivi: agire sui fattori di rischio, per ridurre il rischio stesso, rappresenta un modo per migliorare le capacità delle aziende di perseguire gli obiettivi prefissati.

Gli indicatori assumono peso e significato diverso se collocati in differenti “contesti” o rilevati da diversi soggetti. Le valutazioni degli indicatori risentono infatti dei seguenti fattori:

- l'interpretazione può essere diversa a seconda dei soggetti (manager) coinvolti, ognuno dei quali ha una diversa attitudine al rischio e delle prospettive di indagine soggettive, in funzione del proprio ruolo e delle proprie responsabilità in azienda;
- le rilevazioni possono variare a seconda delle diverse funzioni in cui vengono fatte o dei sistemi di attività sottoposti a misurazione;
- la mappatura delle imprese coinvolte nelle rilevazioni incide sui risultati finali.

Gli indicatori variano al variare delle “circostanze”: anche per questo motivo, la selezione da parte del management di pochi indicatori ritenuti significativi dovrebbe facilitarne il monitoraggio nel tempo. Ciò rappresenta inoltre le basi per la creazione di un metodo flessibile di misurazione.

Gli indicatori devono rappresentare trend o situazioni strutturali e non eccezionali: molti degli indicatori selezionati sono tesi a misurare i rischi che gravano sul conseguimento di certe performance. È quindi necessario verificare preliminarmente che le performance misurate presentino significatività nel tempo, al fine di considerare solo i rischi che sistematicamente gravano sui processi. Per questo motivo gli indicatori proposti dovranno essere inseriti nel cruscotto finale solo se rappresentativi di condizioni non eccezionali: questa valutazione spetta solamente al team preposto all'analisi.

Naturalmente quelle appena descritte sono soltanto alcune delle possibili indicazioni da seguire nella costruzione del cruscotto di indicatori. In generale gli indicatori di rischio:

- devono basarsi sulle strategie centrali della catena di fornitura;
- derivano dagli obiettivi della catena di fornitura;
- devono riflettere i processi facenti parte del supply chain management;
- devono riferirsi alle “sorgenti di rischio”, preliminarmente identificate e classificate;
- devono riferirsi a processi o attività controllabili da uno o più manager che partecipano al team di valutazione;
- devono essere semplici da utilizzare, anche per manager non esperti di risk management;
- devono focalizzarsi sul miglioramento;

- devono cogliere e rappresentare relazioni di causa-effetto tra le sorgenti di rischio o cause di rischio;
- devono essere basati su andamenti tendenziali e non eccezionali;
- devono essere rilevanti, consistenti, obiettivi;
- devono essere definiti in modo chiaro, non equivocabile;
- devono essere ricavabili da una precisa fonte di dati misurabili mediante un calcolo definito;
- devono essere espressi non da un numero assoluto ma da un rapporto;
- possono essere derivati da indicatori di performance calcolati autonomamente;
- devono essere rappresentati in modo semplice e chiaro, ed avere un “impatto visivo”;
- devono fornire informazioni utili per il “decision making”.

Infine:

- si deve ridurre quanto più possibile l’incidenza di valutazioni soggettive da parte dei manager, derivanti dalla percezione e dalla attitudine individuale al rischio;
- nell’applicazione del metodo di indagine devono essere coinvolti i manager responsabili dei processi coinvolti (*team work*).

In definitiva il cruscotto finale degli indicatori è stato strutturato sulla base delle seguenti voci:

- obiettivo di analisi;
 - area di rischio;
 - nome dell’indicatore, con indicazione della formula di calcolo;
 - descrizione qualitativa dell’indicatore;
 - valore numerico derivante dal calcolo dell’indicatore (se misurabile e significativo).
- Se alcuni indicatori non sono misurabili, la casella rimane vuota ma il nome dell’indicatore dovrebbe comunque rimanere evidenziato nella prima colonna, quale potenziale elemento di supporto alla valutazione degli altri indicatori;
- giudizio qualitativo di impatto degli indicatori, derivante dalle considerazioni finali proposte dal team di valutazione.

Tabella 3-8: Struttura della tabella di indicatori

OBIETTIVO	AREA	INDICATORI DI RISCHIO	DESCRIZIONE	MISURA	IMPATTO
<i>Obiettivo</i>	<i>Area</i>	<i>Indicatore</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Numero</i>	<i>a/b/m</i>

Si riporta in seguito una tabella di indicatori potenzialmente utili per la misurazione del rischio.

Tabella 3-9: Tabella di indicatori

INDICATORI DI RISCHIO	DESCRIZIONE
$\frac{N.FermoMacchineNon\ Programmata}{N.Tot.FermoMacchina}$	L'indicatore, espresso nell'unità di misura propria dell'intervento (ore, giorni, ecc), rappresenta il rischio di incorrere in arresti imprevisti e non programmati del flusso logistico manifatturiero, con ripercussioni negative sui tempi di produzione. Tale indice consente di valutare anche, indirettamente, l'adeguatezza del piano degli interventi di manutenzione programmati.
$\frac{Prod.Effettiva - Prod.Programmata}{Prod.Programmata}$	Le variazioni non prevedibili nei flussi di produzione comportano un effetto sui tempi dei flussi logistici legati all'attività produttiva e alle fasi e processi a monte e a valle. L'indicatore consente, inoltre, di valutare l'adeguatezza dello strumento di programmazione.
$\frac{VenditeEffettive - VenditeProgrammate}{VenditeProgrammate}$	L'imprevedibilità della domanda può contribuire a generare errori di previsione che hanno effetti diretti sui tempi dei flussi e processi logistici.
$\frac{N.FasiLavorazioneConcatenate}{N.Tot.FasiLavorazione}$	Tale indicatore esprime il rischio di manifestazione di effetti a "catena", per cui i ritardi o problemi di lavorazione si possono ripercuotere con effetto amplificato sulle altre fasi.
$1 - \frac{N.FasiLavorazioneMonitorate}{N.Tot.FasiLavorazione}$	Il monitoraggio delle fasi di lavorazione supporta il controllo dei processi e flussi manifatturieri e quindi contribuisce ad evitare ritardi/problemi di produzione e/o a reagire, tempestivamente per evitare interruzione prolungate o maggiori conseguenze negative. Le fasi sottoposte a controllo e monitoraggio devono coincidere con quelle ritenute più critiche e quindi maggiormente esposte a rischi di interruzione.
$1 - \frac{QuantitàDiMaterialiOComponentiMonitorate}{N.Tot.MaterialiOComponenti}$	Come per l'indicatore precedente, il monitoraggio potrebbe riguardare tanto le singole fasi di produzione, focalizzandosi cioè sul flusso manifatturiero, quanto i flussi relativi a specifici materiali o componenti, la

	cui criticità possa rendere opportuno lo studio di tutte le fasi, anche a monte e a valle del flusso manifatturiero.
$\frac{\text{Ordini Promozionali}}{\text{Ordini Totali}}$	La percentuale di produzione destinata ad ordini promozionali rappresenta un ulteriore indicatore di esposizione al rischio di non puntualità. Le consegne di tali ordini, infatti, presentano mediamente un ridotto lead time, quindi tempi più brevi di approvvigionamento, produzione, distribuzione.
$1 - \frac{\text{Tempo Medio Di Consegna Accettato Per Le Promozioni}}{\text{Tempo Medio Di Consegna}}$	Se è elevata la forbice tra il lead time medio per gli ordini promozionali e quello degli ordini ordinari, ciò significa che tali ordini promozionali sono caratterizzati da scarso preavviso, quindi sono particolarmente soggetti al rischio potenziale di ritardo, specie se non sussiste un forte orientamento alla sincronizzazione tra i flussi e le fasi della catena di fornitura.
$\frac{N. Consegne Fuori Tempo Pattuito Con Il Vettore}{\text{Consegne Tot. (outsourcing Trasporto)}}$	Il livello attuale di consegne non puntuali rappresenta un indicatore di ritardo futuro potenziale. Per tale motivo l'indicatore si basa sul risultato ottenuto dall'impresa nel periodo di riferimento (ad esempio, l'ultimo anno).
$\frac{N. Consegne Fuori Tempo Pattuito Col Cliente}{\text{Consegne Tot. (No Outsourcing)}}$	Rispetto all'indicatore precedente, il ritardo è calcolato sul tempo pattuito con il cliente, qualora i trasporti fossero gestiti direttamente dall'impresa.
$\frac{\text{Ritardi Dovuti Ad Eventi Imprevisti}}{\text{Ritardi Totali}}$	La non-prevedibilità dei ritardi rappresenta una mancanza tendenziale di controllo ed accresce il rischio di ritardo.
$1 - \frac{\text{Tempo Verticale}}{\text{Tempo Orizzontale}}$	Tale indicatore esprime il complemento del rapporto tra il tempo medio di giacenza di materie prime e semilavorati (tempo non a valore aggiunto) rispetto ai tempi del processo produttivo (tempo a valore aggiunto). Tale rapporto, tradizionalmente utilizzato come segnale di efficienza ed economicità dei processi, nell'analisi del rischio di non puntualità viene invece letto "al contrario". Tanto maggiore, infatti, è tale rapporto e tanto più l'azienda si cautela dal rischio di stock-out, con benefico effetto sul relativo rischio sopportato. Per questo motivo, il complementare del rapporto viene scelto come indicatore di rischio. Si trascura in questa sede la valutazione delle condizioni di efficienza ed economicità, o di flessibilità e reattività, in base alle quali tanto maggiore è il rapporto e tanto più è costoso e rigido è il processo.
	L'indicatore misura il numero di fermo macchina che, durante il processo produttivo, sono imputabili ad assenza di materiali in magazzino e quindi consente di misurare quanto le interruzioni o inefficienze di magazzino si possono ripercuotere sul flusso

$\frac{N.FermoMacchinePerMancanzaMateriali}{N.TotFermoMacchina}$	manifatturiero. Qualora tale indicatore fosse elevato, l'area magazzino deve essere considerata in modo attento a causa delle inefficienze che si possono creare a cascata sui flussi di produzione.
$\frac{N.FermoMacchinePerMaterialiDifettosi}{N.TotFermoMacchina}$	Se il numero di fermo macchina è dovuto a difetti dei prodotti conservati e movimentati in magazzino, l'area di rischio non è il flusso manifatturiero, ma la gestione del magazzino. La difettosità intrinseca di prodotti acquistati già difettosi dai fornitori rientra invece in un rischio da monitorare nell'area dei controlli qualità.
$\frac{ProdottiDanneggiati}{ProdottiMovimentati}$	Tale indicatore rappresenta la percentuale di materiali difettosi presenti ad esempio a magazzino, la cui rilevazione avviene in fase di movimentazione anziché in fase di giacenza.
$\frac{TempiDiMovimentazione}{TempiDiProcessoDelMagazzino}$	Esprime il rischio di rallentamento dei tempi di processo dovuto allo stoccaggio dei materiali in posizioni scomode, che può avere ripercussione negativa sui tempi dei flussi logistici "a valore aggiunto".
$\frac{OrdiniInRitardo}{OrdiniTotali}$	Tale indicatore esprime il rischio di non puntualità imputabile al ciclo dell'ordine che può essere identificato e misurato mediante la percentuale di ordini evasi in ritardo.
$1 - \frac{NumeroFasiInformatizzateDelCicloDell'Ordine}{N.Tot.FasiInformatizzateDelCicloDell'Ordine}$	L'integrazione informatica aiuta ad evitare eventuali ritardi o ad accorciare i tempi di evasione degli ordini: la maggiore integrazione informatica nella gestione del ciclo dell'ordine è quindi un indicatore di velocità, il cui complementare rappresenta una sorgente potenziale di rischio.
$\frac{NumeroErroriNegliInputDelCicloDell'Ordine}{N.Tot.InputDelCicloDell'Ordine}$	Il numero di errori commessi nella gestione del ciclo dell'ordine può rappresentare una potenziale fonte di ritardi, quindi può essere considerata fonte di rischio.
$1 - \frac{OrdiniInTempo}{Tot.OrdiniEvasiFornitori}$	Tale indicatore rappresenta il rischio di non puntualità derivante dall'approvvigionamento e che dipende, naturalmente, dal livello di servizio offerto dal fornitore
$1 - \frac{OrdiniEvasiCompleti}{Tot.OrdiniEvasiFornitori}$	Tale indicatore rappresenta il rischio di non completezza.
$1 - \frac{OrdiniEvasiCorretti}{Tot.OrdiniEvasiFornitori}$	Tale indicatore rappresenta il rischio di non correttezza .
$\frac{N.OrdiniUrgenti}{Tot.OrdiniEvasiFornitori}$	Tanto maggiore è la percentuale di ordini urgenti inoltrati ai fornitori, tanto maggiore è la rilevanza delle prestazioni non programmate.
$1 - \frac{N.NuoviFornitori}{Tot.NumeroFornitori}$	In alcune catene di fornitura un elevato tasso di sostituibilità dei fornitori o di utilizzo di nuovi fornitori rappresenta una fonte di flessibilità; in tali casi la mancanza di questo

	turn over può rappresentare un limite alla tempestività di risposta, in termini di gestione del tempo.
$\frac{N.NuoviFornitori}{Tot.NumeroFornitori}$	In altri tipi di catene di fornitura un elevato tasso di sostituibilità dei fornitori o di utilizzo di nuovi fornitori rappresenta invece una mancanza di integrazione, visibilità e collaborazione: a tale situazione si associa quindi, per le catene di fornitura che hanno tali caratteristiche, una tendenziale condizione di esposizione al rischio di non essere tempestivi, a scapito quindi della puntualità.
$1 - \frac{N.InfoScambiateElettronicamente}{Tot.InfoScambiate}$	L'entità dello scambio elettronico di informazioni con i fornitori è espressione del coordinamento tempestivo tra gli attori. Per questo la sua assenza può essere vista come fonte potenziale di rischio.
$\frac{N.InputConErroriNelCicloDell'Ordine}{N.Tot.InputNelCicloDell'Ordine}$	Il rischio di evasione incompleta per errori imputabili al ciclo dell'ordine può essere rappresentato indicativamente mediante un'analisi dei dati errati gestiti nell'ambito del ciclo dell'ordine, se essi rappresentano un ambito tendenziale.
$\frac{N.OrdiniIncompletiPerErroriDell'AttivitàManifatturiera}{Tot.OrdiniEvasiIncompleti}$	La mancanza di prodotti disponibili ad essere spediti dovuta a ritardi delle attività manifatturiere rappresenta un rischio imputabile all'area manifatturiera, in quanto esprime l'effetto diretto che inefficienze di quest'area comportano sul perseguimento dell'obiettivo di completezza.
$\frac{N.OrdiniIncompletiDovutiASTok - Out}{Tot.OrdiniEvasiIncompleti}$	Tra i tipi di ritardi o inefficienze imputabili al magazzino, lo stock-out rappresenta una tipologia che merita di essere analizzata separatamente, per le diverse motivazioni che stanno alla base, in alcuni casi ricollegabili al ciclo dell'ordine, agli approvvigionamenti o, in termini di gestione integrata di supply chain management, riconducibili ad una insufficiente sincronizzazione delle fasi.
$\frac{N.OrdiniIncompletiPerInefficienzeDiFornitura}{Tot.OrdiniEvasiIncompleti}$	La mancanza di prodotti disponibili ad essere spediti può dipendere direttamente dai fornitori, nel caso in cui questi forniscano prodotti finiti o nei casi in cui i loro ritardi o errori siano causa di rallentamenti nelle attività.
$\frac{N.ConsegneNonCorrettePerErroriDiFatturazione}{Tot.OrdiniEvasi}$	La correttezza dell'evasione degli ordini può derivare da errori di fatturazione, imputabili alla corretta gestione del ciclo dell'ordine.
$\frac{N.ConsegneNonCorrettePerErroriDiDataBase}{Tot.OrdiniEvasi}$	La correttezza dell'evasione degli ordini può derivare da errori di varia natura imputabili al ciclo dell'ordine, che possono comprendere e integrare gli errori di fatturazione presenti nell'indicatore precedente, che in tal caso potrebbe essere ricompensato in quest'ultimo indicatore.

$\frac{N.ConsegneNonCorrettePerErroriDelVettore}{Tot.OrdiniEvasi}$	L'evasione di un ordine corretto e la percezione di servizio da parte del cliente possono essere pregiudicati anche dall'errore del vettore, se la manifestazione di tale tipo di errore può essere considerata tendenziale.
$\frac{N.ConsegneNonCorrettePerErroriDiDestinazione}{Tot.OrdiniEvasi}$	Gli errori nella gestione del ciclo dell'ordine possono riguardare non solo la fatturazione ma anche la gestione delle anagrafiche cliente, in termini ad esempio di localizzazione geografica, soprattutto nel caso di medesimi clienti con sedi differenti; se sistematico, tale errore può avere talvolta rilevanza considerevole, specie nei confronti di clienti che, avendo molte sedi e filiali, rappresentano nel contempo clienti strategicamente rilevanti.
$\frac{PD_{i,f}}{QC_{i,f}}$	Tele indice esprime il numero di parti difettose riscontrate nell'orizzonte di analisi sul codice materiali i fornito dal fornitore f rispetto alla quantità del codice materiale i fornita dal fornitore f collaudata nell'orizzonte di analisi.
$\frac{PD_f}{QC_f}$	Numero di parti difettose fornite dal fornitore f rispetto alla quantità collaudata di materiale fornito dal fornitore f.
$\frac{PD_i}{PD}$	Contributo del codice materiale i al totale delle parti difettose riscontrate PDi è la somma di PDi,f per ogni fornitore f.

3.6.3 Valutazione degli indicatori

Dopo aver selezionato e misurato gli indicatori, il management deve dedicarsi alle valutazioni. È necessario innanzitutto stimare l'impatto potenziale dei fattori di rischio descritti dagli indicatori. Tale impatto deriva in particolare dal potenziale effetto che la manifestazione degli eventi negativi può comportare sul perseguimento dei obiettivi specifici. In questa fase i manager devono quindi assegnare un peso agli indicatori basandosi sulla:

- valutazione dell'impatto "diretto" dei fattori di rischio, che deriva cioè dalla manifestazione del rischio rappresentato in ogni indicatore;
- valutazione dell'impatto "indiretto" dei fattori di rischio, che deriva cioè dagli effetti a catena derivanti dalle relazioni di causa-effetto in essere tra diversi fattori di rischio.

In quanto responsabili per specifiche attività, i soggetti valutatori presenteranno potenzialmente diverse interpretazioni dei medesimi indicatori, sia in termini di valutazione dell'impatto che in termini di valutazione dei nessi di causa-effetto tra fattori di rischio. Le diverse riflessioni dovrebbero quindi essere discusse e portate ad una sintesi unitaria. Ogni manager deve comunque riferirsi, nelle proprie valutazioni, alla prioritizzazione degli obiettivi stabilita nelle fasi precedenti. Inoltre, per la valutazione degli indicatori, i manager potrebbero ricorrere alla mappa dei fattori critici identificata in sede di applicazione del metodo AHP. Tale griglia rappresenta infatti gli elementi di valutazione che erano stati selezionati dai manager per assegnare le priorità agli obiettivi e che quindi potrebbero essere utili anche in questa sede.

L'analisi deve essere condotta dal team interfunzionale di manager coinvolti nella gestione dei processi e delle aree sottoposte a valutazione. Solo in questo modo è possibile valutare l'effettiva significatività degli indicatori di rischio. Si pensi ad esempio all'identificazione dei rischi relativi agli approvvigionamenti, nel caso in cui l'impresa focus di analisi avesse molti fornitori, altamente sostituibili tra loro. In questi casi, frequentemente, le relazioni con i fornitori sono a breve termine e presentano una bassa valenza strategica. Tale situazione potrebbe essere considerata come "basso" il rischio di "assenza di reattività", in quanto i fornitori appaiono essere rapidamente sostituiti o integrati. La mancanza di stabilità nelle relazioni potrebbe tuttavia generare, per definizione, una mancanza di collaborazione che a sua volta potrebbe riflettersi sul livello di flessibilità che i medesimi fornitori sono in grado di offrire. Tali considerazioni, evidentemente, sono soggette ad innumerevoli eccezioni, che dipendono dalla specifica impresa considerata e dalle caratteristiche della catena.

3.6.4 Le correlazioni tra indicatori

All'interno di un sistema, ossia l'entità o oggetto che si intende sottoporre a misurazione (ad esempio, la supply chain), la rilevazione degli indicatori permette di:

1. supportare l'analisi ed il monitoraggio degli accadimenti/grandezze misurati dall'indicatore, all'interno del "sistema";

2. supportare l'analisi delle cause di manifestazione di tali accadimenti/grandezze nel "sistema";
3. supportare l'analisi delle conseguenze che la manifestazione di tali accadimenti/grandezze comportano sul "sistema".

A titolo di esempio, si osservi l'indicatore relativo alla manifestazione dei fermo-macchine lungo la linea di produzione, in un dato intervallo di tempo. L'accadimento descritto dall'indice, incidenza delle interruzioni delle macchine rispetto al totale delle lavorazioni (punto 1), dovrebbe essere considerato anche in relazione alle sue cause (punto 2) e conseguenze (punto 3). Le cause dei fermo-macchine possono essere molteplici, ad esempio la presenza di materiali difettosi, l'insufficiente manutenzione degli impianti, errori di posizionamento dei materiali sulla linea, cali di tensione energetica, ecc. Ognuna di queste cause potrebbe potenzialmente essere indagata mediante specifici indicatori. I fermo-macchine, parallelamente, generano delle conseguenze, a loro volta monitorabili mediante altri indicatori. Ad esempio, in ottica di supply chain management, i fermo-macchine possono generare ritardi di produzione che si riflettono sulla puntualità delle consegne; viceversa essi possono dare luogo a prodotti difettosi.

La correlazione che esiste tra gli indicatori, o meglio tra gli accadimenti che sono descritti dagli indicatori, impone quindi di considerare attentamente non solo il valore dei singoli indici, ma anche le rispettive relazioni di causa-effetto. In alcuni casi, tali correlazioni sono misurabili quantitativamente mediante coefficienti α che esprimono l'entità della variazione di una grandezza al variare di una sua causa o sorgente. In ogni caso, anche qualora le correlazioni non fossero misurabili quantitativamente, esse dovrebbero essere considerate in sede di valutazione ed interpretazione degli indicatori.

L'analista dovrebbe inoltre analizzare queste correlazioni in funzione degli specifici obiettivi del "sistema" entro il quale si effettuano le misurazioni. Rispetto a differenti obiettivi, infatti, la natura delle correlazioni può variare e, soprattutto, possono variare gli effetti derivanti da esse. In particolare, nel "sistema" catena di fornitura, la valutazione delle correlazioni cambia significativamente in relazione ai diversi obiettivi. Tali riflessioni valgono in tema di misurazione sia delle performance che del rischio.

BIBLIOGRAFIA

- Chase R.B., Jacobs F.R., Aquilano N.J., Grando A., Sianesi A., “*Operations Management nella produzione e nei servizi*”, McGraw-Hill, 2004
- Christopher M., Rutherford C., “*Creating Supply Chain Resilience Through Agile Six Sigma*”, 2004
- Costantino F., Di Gravio G., Tronci M., “*Supply chain management: dalla gestione della partnership al risk management*”, Hoepli, 2007
- Dailun Shi, “*A review of enterprise supply chain risk management*”, Journal Of Systems Science And Systems Engineering, June, 2004
- Fedele L., Furlanetto L., Saccardi D., “*Progettare e gestire la manutenzione*”, McGraw-Hill, 2004
- Gaudenzi B., “*La gestione dei rischi nelle catene di fornitura*”, Giuffrè, 2006
- Hauster L.M., “*Risk-adjusted supply chain management*”, Supply Chain Management Review, 2003
- Kogan K., Tapiro C.S., “*Supply Chain Games: operations management and risk valuation*”, Springer, 2007
- Rowe G., Wright G., “*The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis*”, International Journal of Forecasting, Volume 15, Issue 4, October 1999
- Saaty T.L., “*Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors*” - The Analytic Hierarchy/Network Process”, 2008

Svesson G., “*A conceptual framework of Vulnerability in Firm’s Inbound and Outbound Logistics Flows*”, International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 2002

Timidei F., Borghesi A., “*La gestione dei rischi nelle imprese minori*”, Cedam, 1998

Yu Chuen-Tao, “*Applicazioni pratiche del PERT e del CPM. Nuovi metodi di direzione per la pianificazione, la programmazione e il controllo dei progetti*”, Franco Angeli Edizioni, 2000

CAPITOLO IV

4 TECNICHE DI SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT

In un contesto turbolento, critico e reso ancor più complesso dalla globalizzazione, la sopravvivenza di un'azienda è di fatto, fortemente legata, alla capacità di migliorare continuamente. Questo capitolo vuole promuovere un'idea innovativa di risk management, che porta a perfezionare la metodologia esistente di analisi e gestione strategica dei rischi di processo. La novità di questa metodologia sta, non negli strumenti o nelle procedure utilizzate, ma nella particolare sequenzialità, modalità e dinamicità con la quale essi possono essere utilizzati, trovando un naturale connubio con le dinamiche aziendali.

Di fronte a tale scenario, si è avvertita l'opportunità di approfondire un approccio di natura squisitamente gestionale per la gestione dei rischi determinati dalle classiche minacce di natura aleatoria che sottendono al patrimonio di una qualsiasi azienda.

La chiave di tale ragionamento innovativo implica necessariamente la configurazione di una procedura e di uno strumento di valutazione/gestione dei rischi che presentassero le caratteristiche di:

- essere fondati su una metodologia di analisi oggettiva che rinunciassero agli elementi arbitrari tipici di questa disciplina;
- gestire in modo strategico le perdite potenziali generate dai rischi con i costi certi della loro gestione;
- garantire la flessibilità nelle applicazioni ai più disparati settori industriali (e non) e per le più differenti tipologie di rischio (la proprietà di uno stabilimento, le perdite operative di una società di servizi, i danni arrecati in seguito ad un evento doloso ai dipendenti o al personale di un'azienda, etc..).

4.1 RICERCA

Dalla ricerca bibliografica è stato possibile vedere come uno stesso problema è stato risolto con tecniche a prima vista molto differenti tra loro per giungere poi a risultati simili o prossimi tra loro (*soluzione robusta*) e come, utilizzando stessi criteri e strumenti è stato possibile risolvere problemi completamente diversi tra loro. La ragionevolezza del metodo scientifico e quindi i criteri che ne stanno alla base fornisce un paradigma che può essere facilmente esteso a più campi di applicazione in cui il problema è reso “governabile”, giungendo ad una conoscenza della realtà oggettiva, affidabile e verificabile. Utilizzando un approccio ingegneristico si è capaci di modellare la tecnica risolutiva adattandola al caso in questione.

E’ stato importante passare in rassegna il maggior numero di tecniche e metodologie possibile in modo da inquadrare il problema sotto più aspetti e cercare di fornire un modello elaborando una soluzione.

Per l’analisi dei materiali, la figura sottostante fornisce una descrizione dettagliata del processo.

4.2 RASSEGNA DELLE METODOLOGIE DI ANALISI

Le varie metodologie indagate sono state separate in tre fasi (*identificazione, valutazione e gerarchizzazione*). Per capire bene il loro funzionamento è sembrato necessario esaminare i dati in ingresso, i metodi utilizzati, dati in uscita ottenuti e classificarli in diverse classi. Come prima cosa tutti i dati in ingresso sono stati raggruppati in classi (*progetto o diagramma, processo e reazione, prodotti, probabilità e frequenza, politica, ambiente, testo, conoscenze storiche*). I metodi sono poi stati classificati in sei classi basate sulla combinazione di quattro criteri usuali (*qualitativo, quantitativo, deterministico e probabilistico*). Questa classificazione permette la stima delle metodologie di analisi del

rischio. Infine i dati in uscita sono classificati in quattro classi (*management, lista, probabilistico e gerarchizzazione*).

4.3 METODOLOGIE DI ANALISI DEL RISCHIO

Il problema di rischio industriale e la diversificazione delle tipologie di rischio sono aumentati in concomitanza dello sviluppo industriale e nello stesso tempo la soglia di accettabilità del rischio è diminuita. In risposta a questo fenomeno le autorità competenti e gli industriali hanno cercato strumenti e metodologie per la prevenzione e protezione dal rischio.

Una visione in avanti dell'analisi del rischio permette un esaustiva identificazione di potenziali sorgenti di rischio per prevenire scenari incidentali e valutare il potenziale impatto sull'uomo e sull'ambiente oltre che sul sistema azienda. Le metodologie di analisi del rischio si focalizzano quindi sulle principali cause di rischio.

Questo lavoro identifica più di 40 metodologie per l'analisi del rischio che includono 3 fasi principali:

1. Identificazione, basata sulla descrizione di un sito o di attività a rischio, prodotti ed attrezzature. Questi dati sono necessari per sviluppare il processo delle metodologie.
2. Valutazione: realizzare una quantificazione dei rischi. Ci sono 2 modi per farlo: approccio deterministico o probabilistico. Questa valutazione restituisce le conseguenze, trovate precedentemente, degli scenari di rischio.
3. Gerarchizzazione: questa fase mira a classificare alcuni risultati ottenuti attraverso le 2 fasi precedenti in modo da mettere i rischi preponderanti avanti. Così con la gerarchizzazione i rischi rilevanti possono essere risolti per primi.

Questa fase di identificazione dei rischi è essenziale perché stabilisce le basi dell'analisi dei rischi.

Difatti i dati per l'identificazione del rischio saranno i dati di input per le fasi di valutazione e/o gerarchizzazione. La fase di valutazione del rischio dovrebbe essere realizzata secondo 2 differenti approcci: sia tramite la valutazione delle conseguenze del danno (approccio

deterministico) che tramite la valutazione della probabilità dell'incidente di verificarsi (approccio probabilistico). La fase di gerarchizzazione del rischio classifica i rischi ottenuti nella fase precedente, in modo da implementare modifiche o azioni correttive sui più severi sistemi a rischio.

Una metodologia di analisi del rischio non contiene necessariamente queste 3 fasi. Può essere costituita anche da solo una delle seguenti combinazioni: fase di identificazione; identificazione e valutazione. Qualunque sia la metodologia utilizzata per ricavare l'analisi del rischio sono richiesti 3 tipi di elementi: dati in uscita previsti, dati in ingresso disponibili e metodo selezionato.

Tabella 4-1: *Classificazione delle metodologie di analisi del rischio*

Risk Analysis Methodologies				
	No.	Qualitativa	No.	Quantitativa
Deterministica	1	Action error analysis AEA (Rogers 2000)	27	Accident Hazard Analysis AHI (Khan & Abassi 1998)
	2	Checklist Khan & Abassi 1998	28	Annex 6 of SEVESO II directive (La directive Seveso II, 1997)
	3	Concept Hazard Analysis CHA (Rasmussen & Whetton, 1997; Rogers, 2000)	29	Hazard Identification and Ranking HIRA (Khan & Abassi, 1998)
	4	Concept Safety Review CSR (Rogers, 2000)	30	Methodology of domino effects analysis (Dolladille, 1999)
	5	Failure Mode Effect Analysis FMEA (Khan & Abassi, 1998; Nicolet-Monnier, 1996; Rogers, 2000)	31	Methods of potential risk determination and evaluation (Jager & Kuhnreich, 1998)
	6	Goal Oriented Failure Analysis GOFA (Rogers, 2000)	32	SAATY methodology (Troutt & Elsaid, 1996)

	7	Hazard Operability HAZOP (Kennedy & Kirwan, 1998; Khan & Abassi, 1998)		
	8	Insurers involvement in risk reduction process (Sankey, 1998)		
	9	Manager (Pitblado, Williams & Slater, 1990)		
	10	Optimal Hazard and Operability opt HAZOP (Khan & Abassi, 1997-1998)		
	11	Plant Level Safety Analysis PLSA (Toola, 1992)		
	12	Potential domino effects identification (Delvosalle, Fievez & Benjelloun, 1998)		
	13	Preliminary Risk Analysis PRA (Nicolet-Monnier, 1996; Rogers 2000)		
	14	Process Risk Management Audit PRIMA (Hurst, Young, Donald, Gibson & Muyselaar)		
	15	Profile Deviation Analysis PDA (Korjusiommi, Salo & Taylor, 1998)		
	16	Seqhaz Hazard Mapping SHM (Korjusommi, 1998)		
	17	Sneak Analysis (Rogers, 2000)		
	18	Task Analysis TA (Rogers, 2000)		

	19	What if? Analysis (Khan & Abassi, 1998, Rogers 2000)		
Probabilistica	20	Accident Sequences Precursor ASP (Holmberg, 1996)	33	Event Tree Analysis ETA (Gaad, Rogers, 2000)
	21	Delphi Technique (Rogers, 2000)	34	Fault Tree Analysis FTA (Khan & Abassi, 1998; Rogers, 2000)
	22	Earthquake safety of structure and installation in chemical industries (Jezler, 1998)	35	Maintenance Analysis MA (Rogers, 2000)
			36	Short Cut Risk Assessment SCRA (Rogers, 2000)
			37	Work Process Analysis Model WPAM (Davoudian, 1994)
Deterministica e probabilistica	23	Maximum Credible accident analysis	38	Facility Risk Review FRR (Schlechter, 1996)
	24	Reliability Block Diagram RBD (Rogers, 2000)	39	FMECA (Rogers, 2000)
	25	Safety Analysis SA (Khan & Abassi, 1998)		
	26	Safety Culture Hazard and Operability SCHAZOP (Kennedy & Kirwan, 1998)	40	Optimal Risk Assessment ORA (Khan & Abbasi, 1998)
			41	Probabilistic Safety Analysis PSA (Khan & Abbasi, 1998)
			42	Quantitative Risk Assessment QRA (Khan &

			Abbasi, 1998)
--	--	--	---------------

4.4 TIPI DI DATI IN INGRESSO

I dati in ingresso possono essere tecnici (come le caratteristiche di processo) o qualitativi (come le politiche di sicurezza). L'analisi di 40 metodi ha condotto a proporre 7 classi di dati in ingresso. Per ogni classe di tipi di dati si danno alcune definizioni:

- *Piani e diagrammi*: collegati alla descrizione del sito, installazione, unità, reti di fluidi, barriere di sicurezza e magazzini.
- *Processi e reazioni*: collegati ad operazioni e descrizioni di obiettivi, caratteristiche chimiche e fisiche, parametri cinetici e calorimetrici, condizioni operative e di normale funzionamento.
- *Sostanze*: collegate al tipo di sostanza, proprietà fisiche e chimiche, quantità e dati tossicologici.
- *Probabilità e frequenza*: collegate al tipo di errore, probabilità e frequenza di errore, errore umano.
- *Politica e gestione*: collegate alla manutenzione, organizzazione, politica di sicurezza, safety management system, gestione dei trasporti e costo delle attrezzature.
- *Ambiente*: collegato con l'ambiente del sito industriale, dati topografici e densità della "popolazione" (personale impiegato).
- *Testo e conoscenza storica*: collegati alle regole standard e conoscenza storica.

Molti dei metodi sono basati su una descrizione generale del sito (piani e diagrammi) e pochi tengono conto dell'ambiente (environment). I dati comuni in ingresso come:

- Piani o diagramma
- Processo o reazione
- Prodotto

sono generalmente utilizzati per metodi deterministici, mentre metodi deterministici - probabilistici usano come dati in ingresso principalmente:

- Probabilità e frequenza
- Piano o diagramma
- Prodotto

4.5 TIPI DI DATI IN USCITA

I dati in uscita possono essere qualitativi come segnalazioni o quantitativi come indici di livello del rischio.

Dalla rassegna delle 42 tecniche, sono proposte 4 classi di dati in uscita come di seguito:

1. *Management*: collegata ad azioni, segnalazioni, modifiche e formazione o procedure.
2. *Liste*: collegate a liste di errori, rischio, effetto domino, cause/conseguenze, failure mode, principio d'incidente, luogo vulnerabile.
3. *Probabilistico*: collegato al tasso di guasto, affidabilità, probabilità di danno e frequenza d'incidente.
4. *Gerarchizzazione*: collegata all'indice di livello di rischio, severità dell'evento, fuochi, esplosioni, indice di perdita di materiale tossico, indice organizzativo, classificazione secondo i tipi di rischio

4.6 LEGAME TRA DATI IN INGRESSO, DATI IN USCITA E OUTPUT

E' importante ora sottolineare il collegamento tra dati in ingresso, metodologia e dati in uscita. Se si necessita di un particolare tipo di risultato o soluzione lo si cercherà nei dati in uscita (output). In questo modo si risale ai vari metodi proposti per poi arrivare alla determinazione dei dati in ingresso da inserire.

Qualora invece si dispone solo di una serie di dati in ingresso (specie se numerosi) allora l'individuazione del/i metodo/i avverrà in corrispondenza dei dati posseduti. La

combinazione dei dati disponibili in ingresso consente l'identificazione di metodi che sono possibili da usare per l'analisi dei rischi.

Tale meccanismo rappresenta uno strumento per un'identificazione di metodi che potrebbero essere usati secondo obiettivi preposti e dati in ingresso disponibili. Tale metodologia sottolinea l'importanza di avere numerosi dati ingresso per realizzare:

- Un'analisi del rischio qualitativa e deterministica;
- Un'analisi del rischio quantitativa e deterministica;
- Un'analisi del rischio quantitativa e deterministica – probabilistica.

Qualunque siano i metodi probabilisti e deterministici, il risultato è completo e la soluzione è più robusta se si utilizzano entrambi i metodi. I metodi probabilistici hanno bisogno di dati in ingresso ma non tengono conto alcune specificità dello stabilimento industriale come la politica di gestione e l'ambiente di lavoro.

4.6.1 Campi d'applicazione delle metodologie

I campi di applicazione di queste differenti metodologie possono essere raggruppati in 3 categorie (vedi tabella 4.2)

La prima che è la più importante per numero di metodologie sviluppate, concerne siti industriali. Generalmente alcune metodologie sono sviluppate per un'applicazione specifica o un processo e non sono trasferibili per altri tipi di industrie. Il secondo campo di applicazione è quello dei trasporti di beni e il terzo permette di tener conto dei fattori umani in un ambiente di lavoro specifico. Alcune metodologie possono essere usate per vari scopi e parecchi campi di applicazione. Per esempio tra i più generici ed utilizzati c'è il metodo "what if?" oppure quello della "Safety Analysis".

Tabella 4-2: Campi di applicazione e metodologie di analisi del rischio

<i>Campo d'applicazione</i>	<i>Metodologia applicata</i>
Sito industriale	3, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41

Trasporto	2, 5, 7, 19, 34, 42
Personale	1, 9, 14, 18, 25, 37

4.6.2 Limitazione delle metodologie

Queste metodologie possono avere diverse limitazioni, ad esempio più generica è la metodologia, meno essa tiene conto della particolarità del caso. Al contrario, se la metodologia è fin troppo specifica, non può facilmente essere estesa ad altri casi applicativi.

Invece per un'analisi probabilistica, la validità dei dati è un parametro decisivo.

Per alcune metodologie, l'applicazione operativa è difficile da realizzare a causa della mancanza di descrizioni del metodo. E' utile fornire una guida per spiegare come le metodologie possono essere usate.

La complessità dei metodi richiede un "allenamento" specifico per l'implementazione.

Si può notare che c'è una grande sconnessione tra metodologie di analisi del rischio e fattori umani.

4.7 LA GERARCHIZZAZIONE DEL RISCHIO

La recente evoluzione delle metodologie di analisi del rischio mostra che i metodi proposti sono facilmente applicabili dando come risultato un indice del livello di rischio. La gerarchizzazione consiste nell'azione di organizzare alcuni elementi, dati o eventi in ordine crescente (o decrescente) con l'aiuto di tavole per la classificazione, con l'intenzione di estrapolare i punti principali per l'analisi. Queste metodologie sono semplici e rapide da usare, le specifiche regole di gerarchizzazione sottoforma di dati sono generalmente fornite dagli autori dello specifico metodo proposto.

Le metodologie con fase di gerarchizzazione sono quasi tutte quantitative e deterministiche. Si basano sullo sviluppo di un indice del livello di rischio, calcolato per ogni elemento, unità o area studiata per poi classificarli. Questa classifica fornisce un modo chiaro per poter individuare le aree critiche del sito industriale. In questo modo è possibile implementare azioni di priorità con lo scopo di diminuire la probabilità di realizzazione dell'evento nefasto (*prevenzione*) o di ridurre le conseguenze di un incidente (*protezione* che include anche la risposta all'emergenza).

Per calcolare l'indice del livello di rischio, sono identificati parecchi parametri caratterizzanti il sito e processi. Questi parametri sono poi classificati con l'aiuto di scale che possono essere basate su un approccio deterministico o probabilistico.

Le scale deterministiche possono essere qualitative o quantitative per le seguenti variabili.

- Rischi interni di sostanze o attrezzature:
- Tipologie di reazioni (idrolisi, ossidazione, riduzione, polimerizzazione)
- Parametri di reazione (stabilità, reattività, esotermici, pressione o temperature di reazione)
- Proprietà fisiche e chimiche delle sostanze, loro tossicità con correlazione dose/effetto e studio della loro incompatibilità
- Quantità di sostanze utilizzate e immagazzinate
- Caratteristiche d'immagazzinamento (pressione, temperatura,..)
- Gravità della conseguenza:
- Tipi di danni all'uomo (scoppio dovuto ad altra pressione, flusso termale, tossicità)
- Tipi di danni alle attrezzature
- Tipi di danni all'ambiente
- Perdite economiche sull'attrezzatura o sulla produzione
- Disposizione e ambiente:
- Distanze tra unità pericolose di un sito industriale
- Densità degli addetti ai lavori dentro e fuori il sito industriale
- Le scale probabilistiche sono qualitative e contengono le seguenti variabili:
- Frequenza di accadimento dell'evento rischioso
- Conoscenza storica posseduta

- Probabilità delle conseguenze (fatalità, danni alle strutture, inquinamento aereo o dell'acqua)

Abbiamo detto che queste scale sono state sviluppate per parecchi tipo di applicazioni, ma per generalizzare tali tipi di gerarchizzazione è necessario elaborare una lista esaustiva di tutti i fattori di rischio influenti da molti siti industriali e tener conto dei danni umani, ambientali e strutturali. Infatti la fasi di gerarchizzazione fornisce dati più sviluppati utili alla fase di decision-making, cioè nel prendere la decisione più consona e adatta alla circostanza.

Una metodologia di analisi del rischio può essere semplice e incentrarsi sull' identificazione di rischio, oppure può essere una metodologia di analisi combinata, dove per metodologia combinata può intendersi, per esempio, l'uso contemporaneo di semplici metodologie con le fasi di identificazione , stima e gerarchizzazione. Da tenere presente è che il fattore umano è spesso disconnesso dalle classiche analisi condotte sul rischio, dovuto alla complessità dell'oggetto stesso dell'analisi.

Le tipologie di risultati sono segnalazioni, liste, indici di livello del rischio, frequenza degli eventi e probabilità del danno. Il fatto stesso che esistano tante metodologie mostra come è impraticabile l'idea di riunire la risoluzione di un problema sotto un'unica metodologia.

E' altresì necessario, per l'applicazione di queste metodologie, una buona esperienza per ottenere buoni risultati. Ovviamente la conoscenza acquisita attraverso lo studio delle metodologie costituisce un buon punto di partenza per l'elaborazione di nuove possibili strumenti di indagine e analisi. Per prima cosa, l'area studiata deve essere divisa in 4 parti per eseguire un'analisi del rischio

1. Periodo di inizio dell'analisi (stabilimento industriale)
2. Flusso (vettore di propagazione degli incidenti)
3. Obiettivi (umani, ambientali e strutturali)
4. Controllo e gestione

Ovviamente queste quattro parti devono essere scritte ed implementate in modo esaustivo con le loro interazioni. Poi i principali aspetti dell'analisi del rischio individuati dovrebbero permettere un approccio deterministico o probabilistico con una fase di gerarchizzazione e alla fine i dati posso essere di due tipi:

1. Qualitativi in modo da effettuare segnalazioni

2. Quantitativi per poter valutare le principali conseguenze

4.8 LE RELAZIONI TRA I METODI E LE TECNICHE D'INDAGINE

Al fine di scegliere quali tre le tecniche proposte sia la più idonea al caso oggetto di studio è necessario dare uno sguardo alle relazioni esistenti tra quelle proposte.

Tra tutte le tecniche precedentemente individuate, esiste un collegamento che ci permette di raccoglierle in classi o famiglie, ovvero, è possibile individuare, per ogni tecnica riportata la radice (o madre) o una sua variante.

Allo stesso modo è stato possibile riconoscere se una tecnica menzionata derivi dall'utilizzo contemporaneo o in sequenza di più tecniche.

Pertanto, per una prima classificazione per la valutazione della sicurezza (security assessment) di un impianto industriale e di sue componenti è utilizzabile il seguente accorpamento di tools:

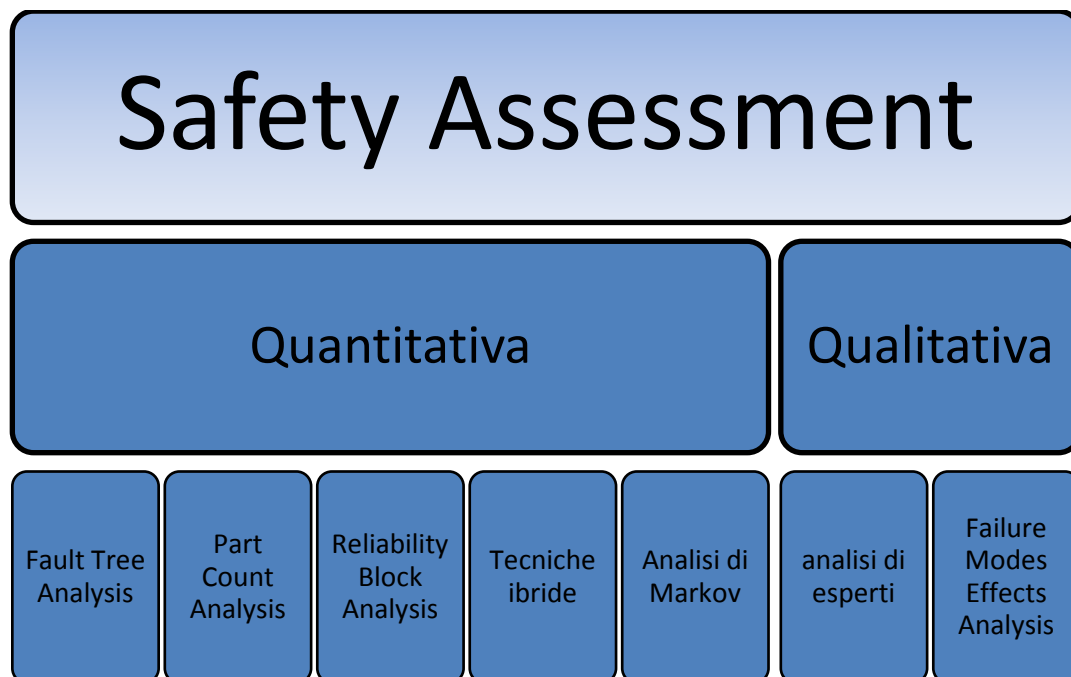


Figura 4-1: Tools relativi alla Safety Assessment

Nel caso più semplice, andando a considerare lo strumento d'indagine ETA (Event Tree Analysis), si può scorgere la relazione di tipo gerarchico intercorrente con la FTA (Fault Tree Analysis) e la RBD (Reliability Block Analysis).

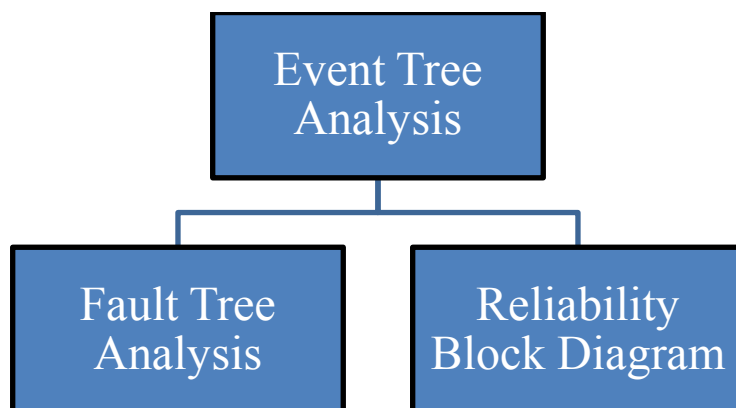


Figura 4-2: Legame tra Event tree, Fault tree e Reliability block diagram

Un altro raggruppamento mostra come per un'identificazione e analisi dei rischi sia possibile utilizzare un modello che faccia uso sia di tecniche qualitative che di tecniche quantitative.

Se si guarda alle tre tecniche appena menzionate, vi si può aggiungere una FMECA (Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis - Analisi dei modi, degli effetti e della criticità dei guasti) che è una estensione della FMEA (Failure Mode and Effects Analysis). Si ottiene così un'analisi che può essere utilizzata nei settori più diversi e che mette in evidenza le modalità di guasto che hanno nello stesso tempo una probabilità di accadere relativamente alta unita ad un'alta gravità di conseguenze, mettendo in evidenza i punti di debolezza di un progetto, sui quali occorre intervenire con adeguate modifiche. I controlli sono tutti quegli accorgimenti che, nel caso di FMEA di prodotto, prevengono o rilevano carenze progettuali che possono sfociare nel modo di guasto anzidetto o che, nel caso di FMEA di processo, prevengono o rilevano carenze produttive che possono sfociare nello stesso modo di guasto. Ovviamente utilizzando una tecnica FTA non si può ritenere di aver analizzato esaurientemente il problema poiché la FTA è un metodo deduttivo top-down avente lo scopo di analizzare gli effetti di errori iniziali ed eventi su un sistema complesso. Per completare a 360° l'identificazione e l'analisi bisogna integrare questo strumento con un metodo induttivo di tipo bottom-up con lo scopo di analizzare gli effetti di un singolo componente o errori di funzionamento su attrezzature e sottosistemi: tale tecnica è proprio

la FMEA. Di qui la possibilità di implementare entrambe le tecniche perché la FTA è molto buona per mostrare quanto un sistema sia resistente ad errori/guasti singoli o multipli mentre la FMEA li considera tutti. In più la FTA considera eventi esterni al contrario della FMEA. Le tecniche alternative alla FTA includono i DD (Dependence Diagram), anche conosciuti come RBD (Reliability Block Diagram) e Analisi di Markov (MA). La FTA e FMEA insieme danno origine alla FMES (Failure Mode Effect Summary).

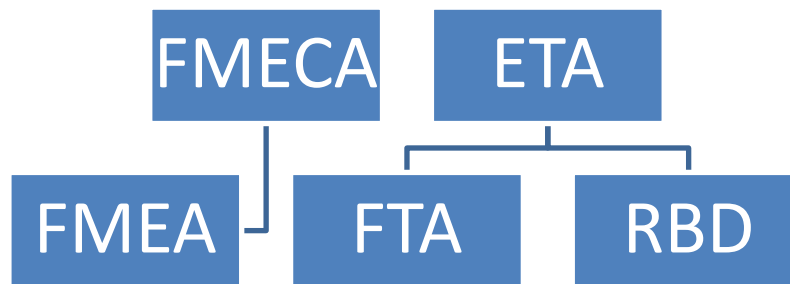


Figura 4-3: Le relazioni tra i vari fattori di rischio

Allo stesso modo quando si parla di analisi delle radici delle cause di un guasto ovvero RCA (Root Cause Analysis) ci si trova di fronte non ad una sola tecnica ma ad un modello che ha generato ben cinque varianti, ciascuna delle quali applicata a dei campi. Esistono infatti:

- safety-based RCA, utilizzate nel campo dell'analisi di incidenti e sicurezza e salute lavorativa
- production-based RCA, relativa al campo di controllo qualità per la produzione industriale
- process-based RCA, evoluzione della production-based, estesa ora al campo dei business processes
- failure-based RCA, originata dall'analisi dei guasti ed impiegata nell'ingegneria e nella manutenzione
- systems-based RCA, emersa dall'amalgamazione dei precedenti filoni, con approcci derivanti dal change management, risk management e systems analysis.

4.9 LE TECNICHE DI INDAGINE

L'identificazione dei rischi deve svilupparsi attraverso un percorso chiaro e coerente. Una corretta costruzione del flusso informativo tra realtà aziendale e Risk Management necessita di strumenti logico-operativi per la ricerca di informazioni e di criteri di classificazione e strutturazione delle stesse. L'adozione di opportuni strumenti di indagine, quali modelli di approccio e di scomposizione di realtà complesse, consente di collegare fatti, condizioni e fenomeni capaci di combinarsi per generare situazioni rischiose. Numerosi sono gli strumenti adoperabili: ognuno mette in rilievo soprattutto certi aspetti delle situazioni di rischio trascurandone altri.

Questo limite può essere superato attraverso l'applicazione congiunta di più tecniche, i cui risultati, a volte differenti, devono essere confrontati ed eventualmente sintetizzati. Il successo dell'analisi è, quindi, fortemente dipendente dal fattore umano, ossia dall'intuito e dall'abilità personale di chi conduce l'identificazione nel costruire possibili scenari sfavorevoli. Nel seguito sono illustrate alcune delle tecniche con le quali si realizzano schemi del rischio di facile leggibilità e di notevole chiarezza espositiva. L'ipotesi di base è che ogni attività sia misurabile o almeno analizzabile, di conseguenza, dopo aver individuato una o più attività sulle quali si vuole intervenire per ottenere il miglioramento, si procede all'individuazione degli indicatori più rappresentativi ed alla raccolta dei dati. L'approccio è di tipo statistico e per la validità della procedura è necessario che i dati siano attendibili.

È ovvio che le modalità di campionamento ed i criteri utilizzati per raccogliere i dati incidono in maniera sostanziale sui risultati di questa prima fase. Infatti non si possono fare interventi significativi ed efficaci di miglioramento se non si hanno dati certi. Lo strumento per conoscere in modo oggettivo il problema in esame è il valore della misura, che elimina i condizionamenti dovuti all'esperienza.

4.10 TECNICHE DI INDAGINE PER L'IDENTIFICAZIONE DI INCIDENTI POSSIBILI

Tutto ovviamente dipende dall'obiettivo che ci si pone. Volendo indagare sulla cause/origine di incidenti o eventi dannosi ritenuti credibili, allora si può dare come riferimento lo schema nella figura seguente, in cui, per la ricerca di tali incidenti sono utilizzate varie tecniche, di volta in volta illustrate.

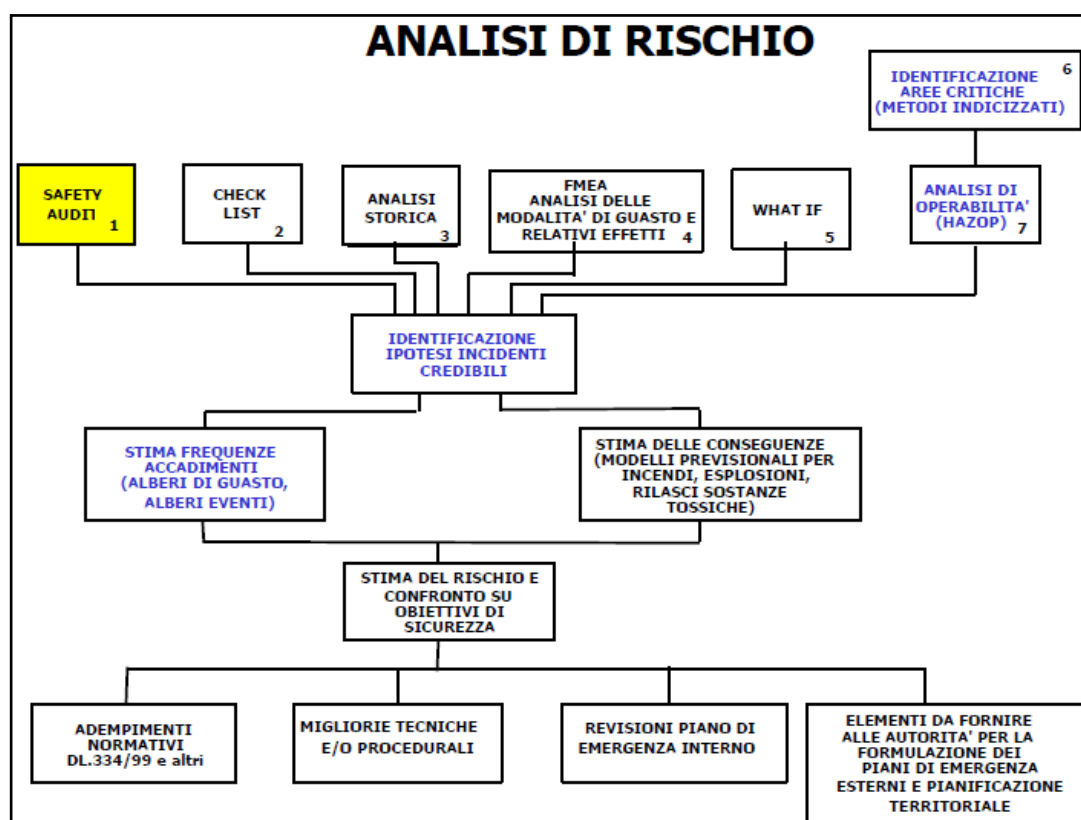


Figura 4-4: *Hypotesis believable Risk identification and assessment*

4.10.1 Verifiche di sicurezza: Safety Audit

La safety audit è un metodo qualitativo per esaminare un'operazione industriale nella sua globalità, allo scopo di identificare i pericoli potenziali ed i relativi di rischio. Il metodo può essere applicato a interi stabilimenti, a impianti, a servizi, a singole operazioni. La "safety audit" viene condotta da personale qualificato con inclusione di esperti di sicurezza. La

verifica offre, attraverso l'indagine, la possibilità di disporre di risultati qualitativi ampliando così l'area di accertamento nel campo specifico rispetto ai semplici indici di frequenza e gravità degli infortuni che forniscono unicamente un valore puramente quantitativo del fenomeno infortunistico senza approfondirne le cause. Fra gli altri scopi della verifica, si considera fondamentale il contatto anche con singoli lavoratori quale manifestazione di interesse dei superiori al fine di ottenerne il coinvolgimento, incoraggiando commenti e suggerimenti relativi ai problemi della sicurezza e richiedendo la cooperazione nello scoprire le condizioni che necessitano di correttivi. Quale premessa ad una corretta impostazione della Safety Audit si rendono necessarie due azioni preliminari:

1. esame dei più significativi infortuni ed incidenti accaduti;
2. formulazione di un questionario da compilare preventivamente alla Safety Audit.

La verifica indaga su ogni aspetto di un sistema: dalla politica aziendale, alle procedure operative, dall'organizzazione ai piani di emergenza, dagli standards di sicurezza alla registrazione di incidenti, all'addestramento del personale, agli atteggiamenti nei confronti della sicurezza. Il primo passo per la realizzazione di una Safety Audit è l'identificazione delle situazioni di pericolo potenziale esistenti nel sistema in esame. L'identificazione di tali situazioni viene fatta con l'ausilio di un elenco appositamente predisposto in cui vengono riportati i pericoli potenziali tipici della realtà industriale in auditing. I termini che ricorrono in questo elenco si riferiscono a situazioni generali di pericolo ed a situazioni specifiche. Una volta identificate le situazioni più preoccupanti occorre procedere alla valutazione del loro livello di rischio. Per avere dati confrontabili con analisi fatte su situazioni simili è necessario fissare una scala di giudizio per valutare le varie situazioni e scegliere delle modalità operative di analisi e raccolta dati.

Identificate le situazioni di pericolo potenziale, la Safety Audit fornisce una valutazione del loro livello di rischio attraverso un questionario. La valutazione diventa quindi basata sul giudizio soggettivo di un gruppo di persone rappresentative del sistema in esame ed è riferita alla scala di giudizio precedentemente prefissata. E' prevista un'azione tendente ad effettuare una fotografia della situazione in essere con particolare riguardo a:

- livello infortunistico dello stabilimento;
- modalità di rilevazione di infortuni ed incidenti;
- procedure organizzative per l'effettuazione degli interventi su impianti;

- aspetti organizzativi nelle varie unità;
- controllo manuali operativi;
- verifica piano emergenza interno;
- verifica e disposizione attrezzature di sicurezza.

Sulla base del lavoro svolto nella Fase 1 viene redatto un questionario che rifletta la realtà su cui si andrà ad operare. Questo questionario verrà discusso e messo a punto in una riunione con la Direzione dell'Azienda. Si procede quindi alla definizione del "Gruppo di Verifica".

Una *check-list* di processo o sistema può essere applicata per valutare: componenti, materiali o procedure. Le check-list, inoltre, possono essere usate durante qualsiasi fase del progetto per guidare i progettisti attraverso i pericoli più comuni usando procedure standardizzate. Le check-list dovrebbero essere preparate da un tecnico esperto che abbia familiarità con le operazioni generali dell'impianto e le procedure dell'azienda. Successivamente alla preparazione, essa può essere applicata da tecnici con minor esperienza e poi riesaminata da un responsabile che abbia l'autorità per approvarla. Una check-list, generalmente, assicura un'adesione agli standards minimi e permette di identificare aree che richiedono ulteriori valutazioni di rischio. Quando per esempio si utilizza una check-list per le fasi di vita di un impianto (progettazione, costruzione, avviamento, funzionamento normale), bisogna considerare le caratteristiche di tutti gli elementi coinvolti nel processo.

Tabella 4-3: Esempio di Check List

Check List	Revisione Generale
DESCRIZIONE LAVORI	Check
Valutazione condizioni generali dello Spettometro	<input type="checkbox"/>
Diagnostica e verifiche prima dell'inizio dei lavori	<input type="checkbox"/>
Pulizia lente d'ingresso	<input type="checkbox"/>
Pulizia fenditura primaria	<input type="checkbox"/>

Verifica condizioni del reticolo	
Pulizia di tutti gli specchi dell'ottica secondaria	
Pulizia dei fotomoltiplicatori	
Controllo dell'allineamento ottico, profilo	
Controllo "0" ring circuito del vuoto	
Revisione generale della pompa del vuoto	
Revisione pompa raffreddamento acqua	
Pulizia circuito di raffreddamento	
Revisione della pompa air pulser	
Controllo circuiti della sicurezza	
Manutenzione circuito termo stazione	
Revisione generale dello stativo di scarica	
Diagnostica, taratura, schede elettroniche	
Diagnostica del computer	
Standardizzazione dei programmi analitici	
Controllo generale di buon funzionamento	

4.10.2 Analisi Storica

La disponibilità di raccolta di informazioni sugli incidenti storicamente verificatesi consente di identificare i tipi di eventi probabili, le loro cause e le loro modalità di evoluzione. Questa disponibilità consente da un lato di limitare l'estensione dello studio ai soli eventi credibili (escludendo quindi situazioni estreme teoricamente ipotizzabili ma mai verificatesi nella storia industriale) e di sostenere questa scelta nei confronti sia delle autorità di controllo che della pubblica opinione; dall'altro lato l'esecuzione dello studio è guidata ed ancorata alla reale esperienza di esercizio ed è quindi grandemente agevolata la stesura del relativo rapporto di sicurezza. In molti casi di impianti tecnologicamente semplici (ad esempio stoccaggio di idrocarburi) una buona analisi di sicurezza con approfondito sopralluogo

sull'impianto ed interviste al personale consente di individuare l'elenco degli incidenti credibili da considerare nell'analisi. È evidente che i limiti connessi a questo tipo di indagine sono essenzialmente legati al tipo ed alla qualità di informazioni raccolte nonché agli anni di riferimento dell'indagine. Inoltre non sempre sono ben esplicitate le cause iniziali che hanno comportato gravi sequenze incidentali. Molti incidenti sono generici e molti casi si attribuiscono erroneamente al "fattore umano" senza individuare quelle che invece sono le condizioni che realmente hanno portato all'incidente (progettazione, ispezione, addestramento, costruzione, manutenzione).

4.10.3 Il modello Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

La FMEA è una procedura disciplinata che permette di prevedere guasti e prevenire incidenti. Il concetto alla base di questo modello è: identificare i motivi per cui il processo può guastarsi con conseguenti danni, onde pianificare lo stesso per evitare che si guasti. È una tecnica ingegneristica usata per definire, identificare ed eliminare guasti potenziali e noti, problemi ed errori del sistema, progetto, processo o servizi, prima che possa manifestarsi. L'analisi dei rischi, come degli incidenti e dei difetti, può essere svolta in due modi differenti. Il primo utilizzando dati storici, simili dati per simili processi, dati forniti dagli operatori, managers, clienti e ogni altro tipo di informazioni per definire le difettosità. Il secondo usando strumenti statistici, modelli matematici, simulazioni per identificare e definire i rischi e le inefficienze. Usare lo FMEA non significa utilizzare un metodo piuttosto che un altro o che uno sia più accurato di un altro.

Ambedue infatti, possono essere efficienti, accurati, corretti ma solamente se utilizzati propriamente ed appropriatamente. Qualsiasi FMEA condotto propriamente porterà informazioni utili per la riduzione delle difettosità e delle rischiosità con conseguente riduzione degli incidenti. Con questo metodo si esaminano in maniera sistematica tutti i modi in cui un guasto o un incidente si può verificare (failure mode), e per ciascuno di loro è fatta una stima degli effetti attraverso tre indici che ne definiscono la severità, la frequenza di accadimento e la capacità di rilevazione.

Lo scopo di quest'analisi è identificare le azioni correttive necessarie per prevenire incidenti o più genericamente i danni all'azienda, assicurando una più alta qualità del prodotto ed una maggiore affidabilità del processo. Una procedura ben applicata riesce a raggiungere una serie di risultati, tra i quali i più importanti sono: identificare i modi di guasto potenziali e noti, identificare le cause e gli effetti di ciascun modo di guasto, identificare e definire una priorità dei modi di guasto attraverso un indice di rischio (RPN), fornire suggerimenti e azioni correttive per il problema. Lo sviluppo della procedura FMEA richiede che sia formato un team multidisciplinare in maniera appropriata per lo specifico progetto, e che non esista un unico team FMEA per l'intera azienda. Il concetto dal quale parte il metodo è che i diversi problemi all'interno di un'azienda abbiano diverse priorità, e in base a questo ordine di priorità bisogna pianificare e realizzare gli interventi. Ci sono tre componenti che aiutano a definire la priorità dei guasti:

1. **indice di severità (SEV)**: esprime l'impatto dell'effetto del guasto relativamente ai danni che può causare;
2. **indice di avvenimento (OCC)**: esprime la frequenza con cui una data causa avviene e crea il failure mode;
3. **indice di rilevazione (DET)**: esprime la capacità del sistema di controllo attuale (ispezioni, monitoraggio, carte di controllo, manutenzione preventiva) di rilevare la causa o il verificarsi di un failure mode.

I tre indici sono valutati attraverso una scala numerica (ad es.1-10) in cui il valore più basso identifica la situazione migliore, e sono poi combinati per definire un unico indice: RPN (Risk Priority Number) che dirige la pianificazione del miglioramento. Questo indice è basato, quindi, sulle informazioni riguardanti i potenziali failure modes, gli effetti, e l'abilità corrente del processo di rilevare i failures prima di raggiungere il cliente. È calcolato come il prodotto di tre valutazioni quantitative:

$$RPN = SEV \times OCC \times DET$$

Naturalmente le azioni di miglioramento possono ridurre il verificarsi degli incidenti, dei guasti, dei difetti, e/o il rilevamento degli stessi, ma non possono mutare in alcun modo la classificazione di severità. Questo ci fa riflettere sulla necessità di mirare le azioni correttive alle cause che presentano l'RPN più alto e con severità più critica. In figura è presentato il modulo per la realizzazione della procedura FMEA. Utilizzare lo FMEA come strumento di

individuazione delle cause che comportano degli incidenti piuttosto che altri strumenti comporta diversi vantaggi. Questo strumento permette, infatti, di identificare immediatamente i failure modes potenziali del processo, aumenta la probabilità che vengano considerati tutti i failure modes e non parte di essi. Quindi riassumendo quello che otteniamo da uno FMEA può essere sintetizzato in questi sette punti:

- Elenco dei potenziali Failure modes;
- elenco delle potenziali caratteristiche critiche e delle potenziali caratteristiche significative;
- elenco degli effetti;
- elenco delle cause,
- documenta i controlli attuali;
- attribuisce priorità alle attività di miglioramento;
- documenta la storia dei miglioramenti.

Essendo uno strumento che effettua un monitoraggio costante dell'andamento dei problemi all'interno di un processo, esso non si completa mai almeno finché quel determinato processo non viene rimosso dalla linea di produzione.

Tabella 4-4: Esempio di modulo FMEA¹³

ANALISI DEI GUASTI				IMPIANTO A				
SISTEMA: ARIA COMPRESSA		COMPONENTE: RECIPIENTE A PRESSIONE		CONDIZIONI ESTERNE: TEMP.AMB.: 10÷30°C UMIDITA' ARIA: 80% ATMOSF.PRIVA DI POLVERE		ALLEGATI DISEGNI SPECIFICHE		
CONDIZIONI INIZIALI: FUNZIONAMENTO REGOLARE CON PRELIEVO DI ARIA		CONDIZIONI INIZIALI: PRESSIONE DI ESERCIZIO= 20 bar						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
NUM	FUNZIONE DELL'ELEMENTO	MODALITA' DI GUASTO	FREQUENZA	MANIFESTAZIONE DEL GUASTO	AZIONE CORRETTIVA	EFFETTO SUL SISTEMA E SUI COMPONENTI ATTIGUI	VALUTAZIONE NOTE	K
11	Accumulo aria compressa.	Piccola perdita (P.ES: ai bocchelli).	10 ⁻¹ /a	Aumenta la frequenza di marcia del compressore. Maggior rumorosità.	Invio di aria al compressore.	L'abbassamento di pressione viene compensato dal compressore; per riparare il guasto è necessario fermare il sistema.		IV
12	Accumulo aria compressa.	Grossa perdita (P.ES: rottura di una saldatura).	10 ⁻² /a	Abbassamento di pressione anche a compressore in esercizio continuo.	Nessuna.	Blocco del sistema.		III
13	Accumulo aria compressa.	Rottura (P.ES: difetto nel materiale).	10 ⁻³ /a	Indicazione nella pressione.	Nessuna.	Caduta rapida della pressione: danni alle attrezzature vicine al serbatoio.	Non vengono previste azioni correttive perché la frequenza è molto bassa.	I

La valutazione degli effetti del guasto di un componente può avvenire in base a diversi criteri, sia per quanto riguarda la sicurezza che per quanto riguarda la disponibilità. La valutazione tecnica degli effetti per ciò che riguarda la sicurezza può essere fatta in base al coinvolgimento di persone e di danni materiali (vedi tab. 4.5). In base a tale classificazione possono venire considerate misure protettive addizionali o alterazioni del sistema stesso.

¹³ La numerazione (colonna 1 del modulo) serve per contrassegnare il componente e i suoi possibili guasti. Nella colonna 3 si riporta il tipo di guasto, eventualmente completandolo con la relativa causa. Un dato di notevole importanza ai fini della valutazione differenziale degli effetti dei guasti è la frequenza degli stessi (colonna 4) che può anche essere data come rateo di guasto, come nell'esempio, o come indisponibilità. Nella colonna 5 sono riportate le possibilità di individuazione del guasto quali per esempio, la segnalazione automatica, l'ispezione e i controlli periodici. Occorre distinguere tra guasti autoevidenziati e guasti latenti. I dati relativi alle azioni correttive (colonna 6) includono tutte le azioni previste per evitare o ridurre l'entità delle conseguenze di un guasto nel sistema. Esempi sono attrezzature sostitutive, installazioni ridondanti, possibilità di commutazione, mezzi per ridurre i danni conseguenti al guasto. Nella indicazione delle conseguenze (colonna 7) devono essere considerate le azioni della colonna 6.

Tabella 4-5: Esempio di classificazione di effetti per criticità

CLASSE	DENOMINAZIONE	CARATTERISTICHE
IV	Molto modesta	Il guasto del componente non provoca il blocco del sistema né coinvolge il personale
III	Modesta	Il guasto del componente provoca il blocco del sistema ma non coinvolge il personale
II	Severa	Il guasto del componente non porta a danni importanti nel sistema ma coinvolge personale
I	Molto severa	Il guasto del componente porta a importanti danni al sistema o gravi lesioni al personale

4.10.4 Analisi “What If”

La procedura "what-if" non è strutturata come altre metodologie quali HAZOP, FMEA. Infatti richiede all'utilizzatore di applicare concetti base alle applicazioni specifiche. La finalità del metodo è di considerare attentamente i risultati di eventi inaspettati che potrebbero produrre conseguenze sfavorevoli. Il metodo coinvolge l'esame delle possibili deviazioni dal progetto, costruzione, modalità operative. Questa analisi richiede la conoscenza base di quanto si esamina e l'abilità di combinare e sintetizzare mentalmente le possibili deviazioni dal progetto che potrebbero causare risultati non desiderati. Questa procedura è efficace se il gruppo di lavoro è esperto, in caso contrario i risultati sono spesso incompleti.

Il concetto del “What If” è quello di utilizzare domande che iniziano con: “What If....”, ovvero, “cosa succederebbe se...”.

Le domande sono collocate in specifiche aree di indagine legate alle conseguenze che interessano. Ogni area è studiata da un gruppo di 2-3 esperti e le domande sono formulate basandosi sulle precedenti esperienze ed applicate a disegni e piante esistenti; per un

impianto già operante l'indagine può contenere domande per il personale che lavora sull'impianto. Non esiste un modello specifico oppure un ordine per queste domande, solo l'applicazione fornisce un modello logico. Le domande possono riguardare ogni variazione legata all'impianto non soltanto la rottura di componenti o variazioni di processo.

Tabella 4-6: Esempio di analisi “What If” riferita ad apparecchiature

CHE COSA SUCCEDERE	CONSEGUENZE	RIMEDI	NOTE
Si ferma la pompa di carica PA.	Manca carica al serpentino di ribollimento del forno F.	Avviamento manuale della pompa di riserva PB.	La mancanza di carica ai serpentini può provocare il surriscaldamento degli stessi con probabile rottura per stress termico.
Manca acqua di raffreddamento alla tenuta della pompa di carica PA.	Surriscaldamento della tenuta stessa.	/	Il surriscaldamento può danneggiare gli organi di tenuta e provocarne la rottura con rilascio di prodotto infiammabile all'atmosfera.
In fase di accensione del forno manca il lavaggio con vapore della camera di combustione.	In camera di combustione può essere presente miscela esplosiva.	Procedure operative specifiche. Accensione forno programmata da PLC con lavaggio camera di combustione prioritaria.	Sono possibili esplosioni in camera di combustione.
Per guasto strumentale si spalanca la valvola (TRCV) del combustibile al forno F.	Alta temperatura prodotti in uscita forno e serpentini.	Blocco del forno da sala controllo o in campo o automatico.	L'alta temperatura della carica comporta un aumento di pressione per eccessiva vaporizzazione in colonna.

59

Tabella 4-7: Esempio di analisi “What If” riferita ad un processo

CHE COSA SUCCEDERE	CONSEGUENZE	RIMEDI	NOTE
Si verifica lo spegnimento del forno per mancanza di gas combustibile o guasto al sistema di controllo temperatura.	La colonna C non distilla il prodotto in carica per mancanza di vaporizzazione.	Riaccensione del forno o fermata impianto.	Il prodotto non distillato viene riciclato dal fondo colonna e inviato a stoccaggio tramite le pompe di fondo colonna. Il PRC di controllo pressione in colonna apre l'integrazione di gas (metano per evitare il depressionamento delle apparecchiature).
Aumenta la temperatura di testa colonna per guasto del controllore di temperatura TRC.	Aumentano i vapori in uscita dalla testa colonna. Il punto finale di ebollizione della frazione di testa sarà più alto di quanto richiesto dalle specifiche.	Riportare a valore prefissato la temperatura di testa.	Per la condensazione dei vapori di testa in eccesso si ha un aumento dei consumi di acqua di condensazione in CS e di energia elettrica per il motoventilatore.

4.10.5 Identificazione aree critiche

Il primo step è effettuare un' analisi preliminare per individuare le aree critiche di attività industriale. Al fine di fornire un giudizio preliminare dei rischi connessi in una installazione viene applicato, alle unità che costituiscono l'impianto oggetto di analisi, il “metodo ad indici”. Tale metodo permette di suddividere l'attività industriale in aree a rischio al fine di potere successivamente analizzare in dettaglio le aree dell'impianto caratterizzate da indici di rischio elevati. I metodi si basano sui seguenti passaggi logici, pertinenti per l'impianto in esame:

- Suddivisione dell'impianto in unità logiche a cui applicare il metodo. La suddivisione dell'impianto in unità identifica le sezioni logiche a cui viene applicato il metodo di riferimento; le unità sono identificabili da condizioni omogenee di temperatura/pressione e dalla presenza di una sostanza principale di fonte di rischio.
- Calcolo del fattore sostanza B (proprietà relative all'inflammabilità ed alla reattività della sostanza predominante nell'unità). Il fattore B è una misura dell'energia potenziale della sostanza (o miscela di sostanze) più pericolosa presente in quantità significativa, sia che si tratti di materia prima, sostanza intermedia o prodotto finito.
- Calcolo dei fattori di penalità.
- Calcolo dei fattori compensativi.
- Calcolo degli indici di rischio intrinseci.
- Calcolo degli indici di rischio compensati.

4.10.6 Analisi di operabilità (HAZOP)

L'analisi di operabilità consiste in una forma di esame critico basato sul fatto che un malfunzionamento od un problema sorga solo se ci si allontana dalle normali condizioni di esercizio dell'impianto. Questa metodologia si propone quindi di studiare in modo sistematico ogni possibile deviazione dalle condizioni di regime e di ricercare le cause e le

conseguenze di tale scostamento. Essendo preferibile identificare quanto prima i rischi relativi ad un insediamento industriale, conviene applicare l'analisi di operabilità in fase di progetto, quando questo sia però definito e permetta una reale visione del suo funzionamento. A tale scopo sono studiati o il flow-sheet preliminare (analisi grossolana) o lo schema meccanico dell'impianto (analisi dettagliata). L'analisi di operabilità procede nel senso di rivedere l'impianto in una serie di incontri durante i quali un gruppo di lavoro multidisciplinare esamina metodicamente il progetto seguendo una procedura sistematica legata all'uso di "parole guida"¹⁴.

Tabella 4-8: Esempio di parole guida

PAROLA GUIDA	SIGNIFICATO
Assenza	Non c'è flusso quando dovrebbe esserci, o ritorno di flusso
Aumento	Aumento di proprietà fisica superiore a quanto previsto, ad esempio alta temperatura
Diminuzione	Diminuzione di proprietà fisica rispetto a quanto previsto, ad esempio bassa pressione
Diverso da	Composizione differente da quella prevista, per esempio un diverso rapporto tra reagenti
Più di	Più componenti di quelli previsti per esempio una fase non prevista o delle impurità
Altro	Qualsiasi altra anomalia non in condizioni di normale funzionamento ad esempio fermata/avviamento impianti

Il primo vantaggio di tale esame è quello di stimolare la creatività dei membri del gruppo che di volta in volta deve focalizzarsi su uno specifico punto dell'impianto detto "nodo"¹⁵. Per ciascun nodo si devono esaminare le deviazioni dei parametri di processo usando le parole guida. Queste sono così usate, sia per assicurare sistematicità all'analisi, che per generare le deviazioni alle "intenzioni" di progetto. In tal modo, il gruppo di lavoro può

¹⁴ Parole guida: Queste sono semplici parole che sono usate per qualificare o quantificare le intenzioni al fine di guidare e stimolare l'esame e scoprire così le deviazioni.

¹⁵ Nodo: Punto (sui disegni di tubature e strumentazioni) in cui i parametri di processo sono investigati per cercarne le deviazioni.

identificare un numero discretamente elevato di ragionevoli “deviazioni”¹⁶ dei parametri di processo; tale deviazioni dovranno poi essere analizzate affinché possano essere identificate sia le loro cause¹⁷ potenziali, sia le possibili conseguenze¹⁸.

Tabella 4-9: Scopi ed obiettivi di un’analisi di operabilità

A) MOTIVI CHE GIUSTIFICANO UNO STUDIO	<ul style="list-style-type: none"> - Controllare i rischi di un nuovo progetto. - Decidere se o dove costruire un impianto. - Sviluppare una lista di quesiti da porre ad un fornitore. - Controllare un manuale operativo. - Migliorare la sicurezza di un servizio esistente. - Verificare che i dispositivi di controllo e regolazione operino al meglio.
B) CONSEGUENZE SPECIFICHE CHE POSSONO ESSERE CONSIDERATE	<ul style="list-style-type: none"> - Sicurezza degli operatori dell’impianto o di uno vicino. - Danni all’impianto e ad attrezzature. - Pubblica incolumità. - Impatto ambientale. - Perdita di produzione. - Definizione di un premio assicurativo. - Responsabilità.

L’applicazione dell’analisi di operabilità ad un impianto può comportare difficoltà in relazione all’aumento di dimensioni e complessità del sistema. Pertanto, al fine di effettuare tale analisi nel modo più sistematico, si rende indispensabile una scomposizione dell’impianto in un certo numero di sottosistemi. Il grado di dettaglio secondo il quale deve essere eseguita la suddivisione dipende dalla complessità dell’impianto e dalla sua pericolosità. Nella suddivisione in sottosistemi sono posti in evidenza sulle linee alcuni punti dell’impianto caratteristici denominati “nodi di frontiera”, che rappresentano il punto di separazione fra un sottosistema ed il successivo.

¹⁶Deviazioni: Queste partono dalle intenzioni e sono individuate applicando sistematicamente le parole guida (ad esempio più pressione).

¹⁷Cause: Queste sono le ragioni per cui si possono avere deviazioni. Se una deviazione mostra di avere cause credibili può essere trattata come una deviazione significativa. Cause credibili possono essere i guasti di componenti, errori umani, stati del processo non previsti, guasti esterni al processo (mancanza energia elettrica, mancanza acqua di raffreddamento).

¹⁸Conseguenze: Queste sono i risultati delle deviazioni che si possono manifestare (ad esempio rilascio di una nube infiammabile, rilascio di prodotto tossico).

Tabella 4-10: Norme per individuare i sottosistemi

A)	Per individuare i vari sottosistemi si deve analizzare l'impianto seguendo le sue "linee di flusso"; cioè, ad esempio, bisogna effettuare la scomposizione raggruppando un numero adeguato di componenti che si trovino posizionati lungo lo stesso circuito.
B)	In ogni sottosistema, si dovranno includere elementi funzionalmente affini, che svolgono cioè la stessa funzione di processo.
C)	Un componente può far parte di un solo sottosistema. Questa regola conviene sia sempre applicata al fine di ottenere sottosistemi "fisicamente disgiunti".
D)	Nei limiti del possibile, è buona norma fare in modo che tutta la strumentazioni, relativa ad un componente di una certa rilevanza, sia inclusa nel sottosistema relativo al componente stesso.
E)	E' opportuno considerare i circuiti di blocco automatico dell'impianto come sottosistemi distinti.

Per assicurare sistematicità e completezza all'analisi, è indispensabile procedere, durante lo sviluppo della stessa, alla compilazione di moduli appropriati.

Tabella 4-11: Tipologia di informazioni da riportare in testa ad ogni modulo

-	Denominazione dell'impianto e suoi dati caratteristici.
-	Disegno meccanico e flow-sheet di riferimento.
-	Denominazione o sigla del sottosistema e descrizione della sua funzione.
-	Elenco dei nodi di frontiera od interni appartenenti al sottosistema.
-	Parametri di processo interessanti i nodi citati le cui "deviazioni" possono portare ad "eventi indesiderati".
-	Significato di simboli e acronimi.

Il riportare, l'elenco dei nodi da prendere in esame e l'elenco delle variabili critiche ad essi associate, può essere utile per permettere, ad analisi del sottosistema ultimata, di eseguire un rapido controllo di completezza sul lavoro svolto. Per questo scopo conviene riportare anche i nodi che non sono stati considerati, perché non significativi, e quelli già considerati, in quanto facenti parte anche di altri sottosistemi.

Per rendere più oggettiva la compilazione delle tabelle è opportuno tener presente uno schema prefissato di quesiti ai quali rispondere come quelli riportati in tabella.

Tabella 4-12: Lista delle possibili quesiti da applicare ad ogni variabile

Quali sono le possibili deviazioni della variabile?
Come sono prodotte queste deviazioni?
Quali sono gli effetti delle deviazioni sul resto del sistema?
La deviazione porta il sistema in uno stato di sicurezza o di pericolo?
Quali sono i mezzi di rilevazione della deviazione?
Quali interventi sono previsti per contrastare la deviazione in esame?
Gli interventi individuati sono da considerare sufficienti? Se no, quali altri interventi possono essere previsti?

La suddivisione in colonne del modulo utilizzato e le modalità di compilazione, esposte nel seguito, rispondono anche allo scopo di permettere una successiva ricostruzione grafica (alberi degli eventi, alberi di guasto) delle sequenze di eventi individuati con l'analisi di operabilità. La parola guida applicata alla variabile in esame genera la deviazione di cui si vuol conoscere le ragionevoli cause generatrici nonché le conseguenze possibili. Se le cause individuate sono più di una si scrivono nell'ordine dividendole con:

- una linea, se sono legate logicamente fra loro in OR; cioè se basta il verificarsi di una sola di esse per generare la deviazione individuata;
- il simbolo &, se sono legate logicamente fra loro in AND; cioè se solo il loro contemporaneo verificarsi porta alla deviazione.

Le conseguenze sono riportate nella colonna corrispondente; se una di queste risulta particolarmente critica per il sottosistema in esame, si configura come "Top Event" (TE).

Si prosegue l'analisi seguendo le linee di flusso del processo (la metodologia è anche nota come analisi "linea per linea"); a tal fine si opera sulle colonne "deviazioni"- "conseguenze" del modulo seguendo delle semplici regole logiche.

Si parte quindi sempre con l'individuare una possibile "deviazione" dalla normalità di una funzione di processo per ricercare sia le "cause" che l'hanno generata, sia le "conseguenze" a cui può condurre. Cause e conseguenze sono poi riportate nelle rispettive colonne. Se le

cause individuate sono ritenute primarie, per l'approfondimento raggiungibile a questo livello dell'analisi, devono essere contrassegnate opportunamente, altrimenti devono essere ulteriormente analizzate. In generale, in una analisi di operabilità sono ritenute primarie le cause che si riferiscono al malfunzionamento o guasto di un componente meccanico, di un loop di regolazione o di un indicatore, senza entrare nei dettagli del loro funzionamento. Per sviluppare ulteriormente cause non primarie queste debbono essere considerate deviazioni, operando lo spostamento tra le colonne. Di queste nuove "deviazioni" si dovranno ricercare le "cause" che a loro volta potranno essere primarie o non primarie; le non primarie dovranno essere nuovamente considerate deviazioni (operando un nuovo spostamento di colonna) e se ne dovranno ricercare le cause.

Anche tutte le "conseguenze" che non si configurano come Top Event dovranno essere considerate "deviazioni" dalla normalità e se già, per altri motivi, non si trovano nella colonna delle deviazioni occorre riportarcele operando lo spostamento tra le colonne e riconoscerne ulteriori "conseguenze".

In questo modo avendo iniziato con l'esame di una "deviazione", l'analisi si autoalimenta fino a che non si sono raggiunte tutte le "cause prime" e tutti gli eventuali Top Event. A questo punto ci si può interrogare su una nuova possibile deviazione. Così facendo, una buona parte dell'analisi di completezza e di congruenza risulta fatta automaticamente.

Ogni deviazione, la cui causa non è "causa prima", la si ritroverà nella colonna delle conseguenze e sarà una conseguenza di un'altra deviazione: in altre parole si applica il concetto che una buona parte delle deviazioni sono a loro volta conseguenze di altre deviazioni.

Operando in tal modo, muovendosi lungo le linee di flusso del sistema, di deviazione in deviazione si risale a tutti i possibili eventi critici (Top Event).

4.10.7 Diagramma di flusso

Il primo passo è quello di avere una chiara rappresentazione delle varie attività svolte, nel reparto individuato, la mappatura serve a fotografare il campo sul quale si dovranno svolgere le operazioni successive. Essa viene sviluppata con lo scopo di aiutare la

comprensione del processo stesso. Chiarifica inoltre la sequenza degli steps del processo identificando tutte le variabili di output che escono da ogni attività. Questa metodologia produce una documentazione dettagliata del processo e un'opportunità di risolvere le incomprensioni relative alle attività di processo. La mappatura del processo serve a chiarificare la sequenza dei passi dello stesso e identifica tutte le variabili in output da ciascuna attività. Questo metodo provvede a documentare le fasi del processo in modo tale che non esistano incomprensioni. Le attività vengono classificate come critiche, a maggior o minor effetto sul sistema. L'aspetto più importante è la definizione della strategia del processo che parte dal suo stato attuale a quello in cui esso è sotto controllo statistico.

Ovviamente, questo programma richiede una raccolta dati che deve essere fatta con estrema accuratezza e dettaglio.

L'analisi deve essere condotta tenendo conto di tutte le variabili, dai sinistri accaduti e probabili, dalle difettosità in uscita alle carte di controllo alle procedure utilizzate nelle attività del processo. La mappatura di un processo s'inserisce nel piano generale di risk management e quindi di miglioramento per due ragioni:

1. nella fase di misura di un piano di miglioramento è fondamentale capire nel dettaglio cosa accade nel processo, individuando tutte le variabili critiche d'input e d'output;
2. Una mappatura del processo ci aiuta a documentare il processo per poterne mantenere il controllo e ridurre la variazione che nasce dai cambiamenti che esso subisce nel corso del tempo.

La mappatura del processo è il punto di partenza per molti step successivi nel percorso verso il miglioramento ovvero essa è:

- un input importante alla matrice causa ed effetto;
- un input per la compilazione dello FMEA;
- input al piano di controllo;
- input al primo studio di capability;
- può essere usata per delineare le attività del team;
- evidenzia le attività critiche (con probabilità di causare sinistri) e anche attività non a valore aggiunto che se possibile dovranno essere eliminate.

Generalmente per conferire dinamicità a tale fotografia la mappatura viene realizzata adottando i diagrammi di flusso; questi ultimi vengono realizzati rappresentando le varie attività con dei simboli che ne classificano il tipo e le relazioni tra esse esistenti con delle frecce che ne schematizzano la successione e le interdipendenze. Non esistono criteri precisi su come tali simboli vadano usati. Tuttavia una mappatura standard facilita la lettura e la comprensione, assegnando ad ogni simbolo una particolare attività. Questi diagrammi si sono sempre rivelati molto funzionali per avere una chiara immagine del processo sia in sede di studio che di esposizione del progetto. La flessibilità di questo strumento ne consiglia il continuo aggiornamento nel corso dell'evoluzione dell'intero progetto in modo da avere sempre una chiara rappresentazione dello stato attuale del lavoro. Inoltre la forza di questo tipo di rappresentazione risiede nel fatto che consente una rapida individuazione delle variabili critiche di input e di output che costituiscono i primi elementi sui quali agire per garantire i cambiamenti più sostanziali; non è un caso che molto spesso si suole accompagnare ai diagrammi di flusso dettagliati una mappa di processo di alto livello nella quale sono schematizzate solo le attività principali dell'intero processo e, accanto ad esse, le relative variabili critiche di processo sia in ingresso che in uscita. E' possibile inoltre identificare le attività critiche, a valore aggiunto e quelle senza valore aggiunto, ossia le attività di processo da quelle di non processo. Un'attività all'interno di un processo aggiunge come noto valore agli input modificabili, oppure li usa per produrre qualcosa di nuovo. Detto ciò, è fondamentale che la classificazione degli input deve avvenire secondo quella che è l'importanza della variabile di input, la sua controllabilità, la sua misurabilità e la sua criticità. Poiché come detto il diagramma mette in evidenza non solo le componenti del processo ma anche i loro collegamenti, permette di scoprire i rischi dovuti alle interconnessioni sistematiche tra parti, che singolarmente considerate potrebbero anche non essere pericolose.

Il risultato che si ottiene dalla mappatura del processo aiuta l'identificazione, nell'individuazione e misurazione di variabili che interagiscono con il sistema, indica inoltre l'opportunità di eliminare attività che non danno valore al prodotto ma possono essere solo fonte di rischio.

La mappatura è inoltre necessaria perché definisce gli output sui quali effettuare gli studi di capability. La capacità del processo verrà in generale, riferita all'uniformità di

comportamento del processo, in altre parole alla sua abilità di essere performante rispetto alla sinistrosità e ai limiti di specifica. Nel primo caso riterremo che il processo sia capace se non si evidenziano da analisi storiche sinistri di frequenza e gravità rilevanti, o se a fronte di un rischio, sono implementate in maniera strategica tutta una serie di interventi preventivi e protettivi al fine di ridurre l'impatto. Viene definito capace invece nei confronti dei limiti di specifica se esso produce approssimativamente il 100% all'interno delle specifiche.

I limiti di specifica sono stabiliti dagli ingegneri, oppure dal management, essi hanno un limite superiore ed un limite inferiore all'interno dei quali il processo può operare.

4.10.8 Diagrammi di causa-effetto

Efficaci per migliorare ulteriormente l'identificazione, infatti per risolvere problemi complessi è necessario osservare il processo in modo sistematico evidenziando relazioni di causa-effetto tra l'output o le prestazioni del processo e una moltitudine di fattori, il diagramma di causa-effetto è lo strumento per esprimere questa catena in modo semplice e facile. Il diagramma causa-effetto è noto anche col nome di diagramma a "lisca di pesce" perché la sua forma assomiglia allo scheletro di un pesce, a volte è anche detto ad "albero" o a "fiume". Le possibili cause di dispersione nelle caratteristiche qualitative debbono essere indicate nei diagrammi di causa effetto in modo tale che tutte le reciproche relazioni appaiono chiaramente evidenti. Ci sono vari metodi per compilare diagrammi di causa/effetto a seconda del modo in cui tali cause vengono organizzate e sistemate essi sono:

1. per analisi della dispersione;
2. per classificazione dei processi produttivi;
3. per enumerazione delle cause.

Costruire un diagramma di causa-effetto utile ai propri scopi non è un compito semplice, i passi fondamentali per una corretta costruzione sono:

- determinare la caratteristica qualitativa;

- scrivere l'effetto sul lato destro di un foglio, tracciare la lisca principale da sinistra a destra e inquadrare la caratteristica in un rettangolo. Successivamente, scriverete le cause principali che influenzano la caratteristica qualitativa, rappresentandole come grandi lische che vanno a confluire in quella principale e inquadrare anch'esse in un rettangolo;
- scrivere le cause secondarie che influenzano le grandi lische (cause principali), rappresentandole come lische medie, e successivamente, descrivere le cause terziarie che influenzano le lische medie rappresentandole come lische piccole;
- dopo aver classificato in ordine di importanza ogni fattore, o causa, segnare le cause particolarmente importanti, cioè quelle che hanno un effetto significativo sulla caratteristica qualitativa.

Spesso si può trovare difficoltà nell'applicare questa procedura, in tal caso il metodo migliore è quello di considerare la "variabilità", cioè considerare le variazioni della caratteristica qualitativa in relazione alle lische grandi, poiché una variazione dell'effetto deve essere causata da variazioni dei fattori che determinano tale effetto. Adottando questo metodo di pensare nell'analisi delle relazioni tra la caratteristica qualitativa e le lische grandi, le lische medie e le lische piccole, è possibile costruire su una base logica, un diagramma causa-effetto molto efficace. Infine bisogna inserire ogni altra informazione che si ritiene utile nel diagramma: il titolo, il nome della attività, il processo o il reparto, una lista delle persone che hanno partecipato alla costruzione del diagramma. Per l'utilizzo corretto dei diagrammi causa-effetto non ci si deve basare soltanto su percezioni soggettive o impressioni, ma classificare in ordine di importanza i fattori in modo obiettivo, scientifico e logico. È necessario un impegno costante per migliorare il diagramma, solo in questo modo si potrà ottenere un diagramma realmente efficace, utile nella soluzione dei problemi e nello stesso tempo indispensabile per aumentare le proprie capacità e conoscenze tecnologiche.

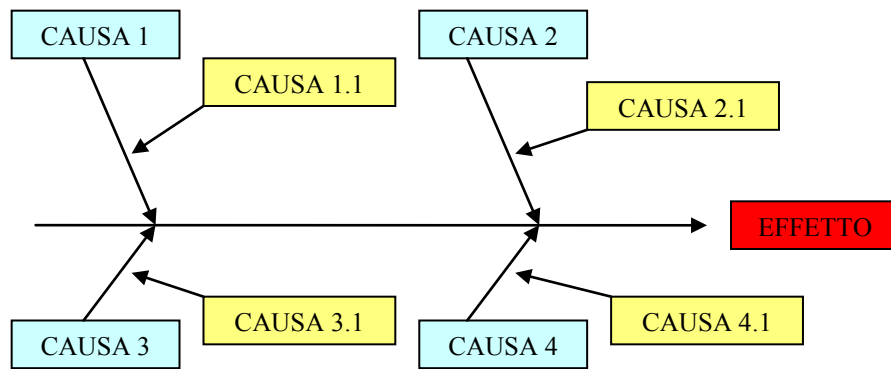


Figura 4-5: *Diagramma causa-effetto*

Ishikawa (Fishbone) Diagram

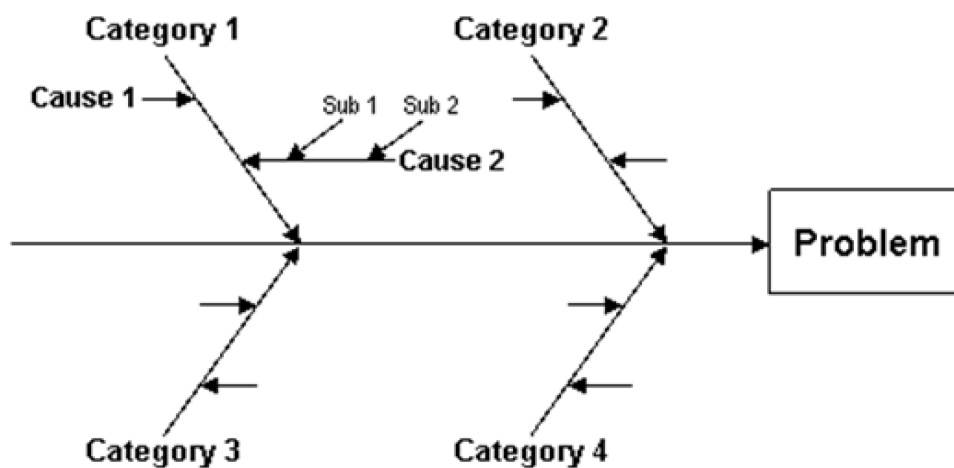


Figura 4-6: *Diagramma a spina di pesce (o di Ishikawa)*

4.10.9 Diagramma di Pareto

Il cosiddetto diagramma di Pareto, può essere utile per i problemi di qualità che si presentano sotto forma di perdita economica (sinistri, difettosità e loro costi). Se le cause dei sinistri e dei difetti vengono identificate, si può abbattere gran parte dei costi legati alla sinistrosità e alla difettosità, concentrandosi su queste particolari cause e lasciando per il

momento da parte quelle di secondaria importanza. Pertanto l'analisi di Pareto è una metodologia grafica per individuare i problemi più importanti nella situazione presa in esame e quindi le priorità d'intervento. L'obiettivo è di sviluppare una mentalità atta a comprendere quali siano le cose più importanti per potersi concentrare solo su di esse. La costruzione del diagramma di Pareto si scinde nelle seguenti fasi:

- decidere quali sono i problemi da investigare e come raccogliere i dati;
- disegnare una tabella di raccolta dati riportando tutte le voci con lo spazio per registrare i relativi totali;
- riempire la tabella e calcolare i totali;
- costruire la tabella per il diagramma di Pareto riportando le voci, i loro totali parziali, i totali cumulati, le percentuali delle singole voci e le percentuali cumulate;
- mettere le voci in ordine crescente/decrecente di quantità e riempire la tabella;
- disegnare i due assi verticali uniti alla base da uno orizzontale;
- costruire un diagramma a barre;
- disegnare la curva cumulativa (curva di Pareto). Riportare i valori cumulativi (totali cumulati o percentuali cumulate) per ogni intervallo in alto a destra e collegare i punti con una linea continua,
- completare il diagramma con le informazioni necessarie.

Esistono due tipi di diagrammi di Pareto in grado di identificare le cause primarie della sinistrosità e difettosità:

diagramma di Pareto per fenomeni;

diagramma di Pareto per cause;

Il primo tipo di diagramma è finalizzato all'individuazione della difettosità del processo in termini di qualità, costi e sicurezza; mentre il secondo tipo di diagramma è finalizzato all'individuazione delle principali cause di difettosità e di rischio: operatore, macchinari, metodologie ecc.

4.10.10 Fault tree analysis

Il Fault-tree, detto anche albero degli errori, è un diagramma simbolico che descrive le relazioni di causa ed effetto intercorrenti tra un evento ed i fattori che lo hanno determinato ed i rapporti di concatenazione esistenti tra i fattori causanti stessi. La caratteristica principale di questa tecnica è la capacità di indagare a ritroso: fissato un particolare evento, chiamato “evento principale”, si risale alle evenienze che lo precedono causalmente con un dettaglio sempre maggiore.

L'albero è costruito adoperando gli operatori derivanti dall'algebra di Boole:

l'operatore *AND* stabilisce un rapporto di complementarietà, per cui tutti gli eventi causanti devono manifestarsi contemporaneamente per produrre l'evento indagato;

l'operatore *OR* stabilisce un rapporto di indipendenza, per cui la manifestazione di un solo fattore causante è sufficiente per produrre l'evento principale.

Il fault tree è di notevole aiuto per approfondire l'analisi delle singole unità di rischio individuate, perché fa emergere i punti del sistema ove risiedono problemi. Di contro, gli svantaggi di questo prezioso strumento d'indagine sono legati all'elevato fabbisogno informativo ed al notevole assorbimento di risorse.

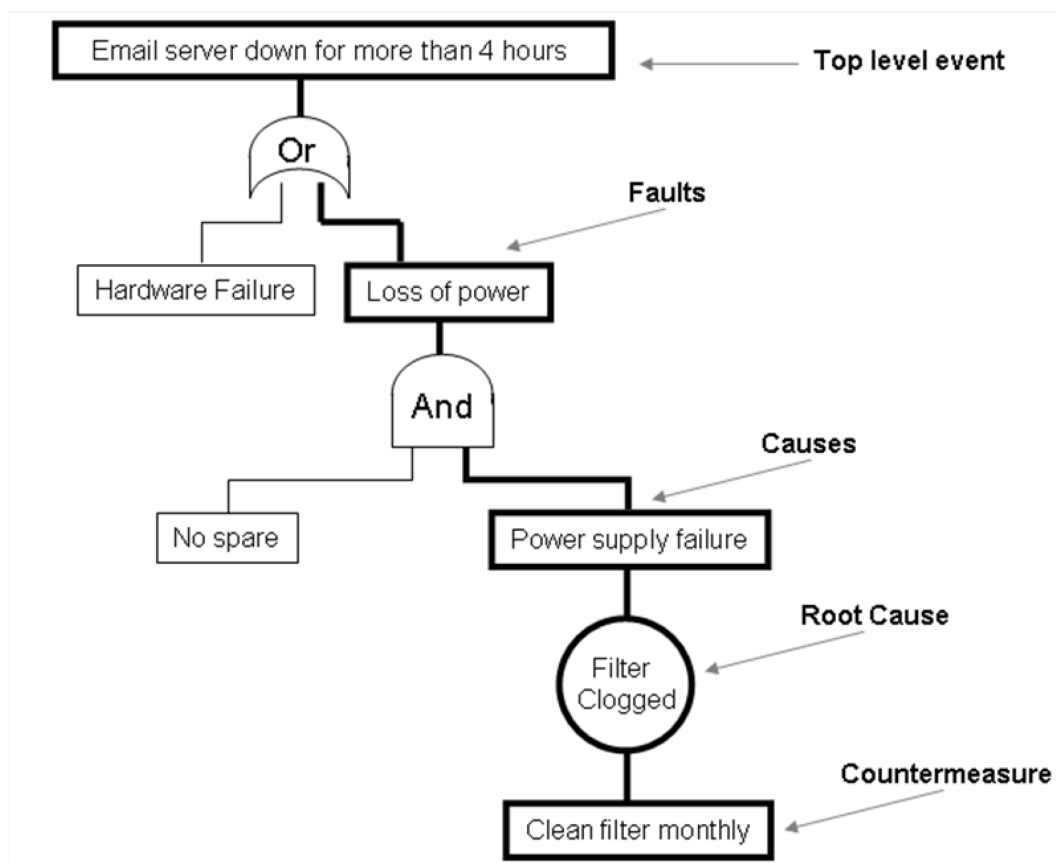


Figura 4-7: Schema dell'albero dei guasti. (Fault tree)

4.11 LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Il concetto di rischio pone un severo problema applicativo all'azienda: la misurazione. La semplice variabilità è insufficiente e si rende quindi necessaria una misura più completa capace di cogliere gli effetti economici del rischio visto nella sua totalità: tenendo in considerazione le cause del rischio, ovvero quegli elementi la cui variabilità non è sotto il controllo dei singoli soggetti economici, il nesso, ovvero l'elemento che lega i fattori di rischio all'esposizione ad essi conseguente, alle attese, cioè le visioni economiche (di scenario) che i soggetti hanno nel momento in cui assumono decisioni, le tolleranze, intese come capacità di assorbire gli effetti negativi di una particolare situazione rischiosa, e la reattività, intesa come la capacità di attivare un processo decisionale in tempi ridotti allo svilupparsi di una particolare condizione di rischio.

La misura della rischiosità che si adatta alla gestione delle aziende necessita anzitutto di indicatori facilmente utilizzabili da tutta la struttura aziendale e non solamente da quei dipartimenti che sono maggiormente impegnati nelle scelte di gestione dei rischi (solitamente direzione generale e finanza). Ciò in conseguenza del fatto che la multidimensionalità dei rischi rende la loro gestione un fatto non esclusivo di una funzione aziendale (in particolare della finanza) bensì un fatto diffuso nella struttura dell'azienda con conseguente esigenza di disporre di misure di facile comprensibilità oltre che di sufficiente sostenibilità scientifica. La difficoltà che le organizzazioni mostrano ad uscire dai canoni imposti dalla contabilità generale rende il tentativo di introduzione di nuovi indicatori molto complesso.

Il management utilizza spesso indicatori di performance per determinare la misura in cui un obiettivo è stato o sarà conseguito e normalmente utilizza le stesse unità di misura quando deve determinare l'impatto potenziale di un rischio sul conseguimento di un obiettivo specifico; tale impatto è meglio determinato se si adottano le stesse unità di misura degli obiettivi a cui si riferisce.

Gli indici servono a:

- evidenziare una evoluzione e a confermare una tendenza;
- raffrontare i dati economici dell'impresa con i dati economici di altre imprese aventi la stessa mission;
- situare l'impresa nel contesto economico generale.

Gli indici devono essere utilizzati con precauzione, nella misura in cui permettono di fare il punto più che dare un giudizio. Devono essere significativi, semplici, comprensibili e poco numerosi, ma in perfetta coerenza con la struttura economica e finanziaria dell'impresa.

Naturalmente gli indicatori sono strumenti applicati a valle di un processo metodologico che porta poi a quantificare/gerarchizzare il rischio secondo una scala di valori crescenti o decrescenti.

La metodologia di valutazione del rischio aziendale si articola in una varietà di tecniche qualitative e quantitative. Il management utilizza spesso le tecniche qualitative quando la tipologia dei rischi da valutare non si presta a essere quantificata, oppure quando sono necessari un certo numero di dati affidabili, per una valida quantificazione, che risultano indisponibili, oppure la ricerca e l'analisi dei dati risulta molto onerosa. Le tecniche

quantitative solitamente sono più precise e sono impiegate in attività più complesse e sofisticate a integrazione delle tecniche qualitative.

Un'azienda non ha bisogno di utilizzare tecniche di valutazione omogenee in tutte le sue unità operative. Piuttosto, la scelta delle tecniche deve tener conto dell'effettiva necessità di ottenere misurazioni precise e della cultura prevalente nelle unità operative valutate. Fissando termini omogenei per quanto concerne la probabilità e l'impatto a livello aziendale e categorie omogenee di rischio per le misurazioni qualitative, si facilita oltremodo la valutazione del rischio aziendale.

Quando gli eventi potenziali non sono correlati tra loro, il management deve valutarli distintamente. Ma quando le correlazioni tra eventi esistono, oppure gli eventi si combinano e interagiscono tra di loro, il management dovrà valutarli tutti assieme. Mentre l'impatto di un singolo evento potrebbe essere irrilevante, l'impatto di una sequenza o di un aggregato di eventi potrebbe essere significativo.

Tra i diversi approcci per la valutazione e stima non esiste uno dominante che possa essere utilizzato in modo indifferenziato in relazione a tutti i fattori di rischio che l'azienda si trova ad affrontare. In una prima accezione si fa riferimento a metodi riconducibili a:

- metodi «soggettivi»: la stima della distribuzione di probabilità dei fattori di rischio è fondata principalmente sulle valutazioni di esperti e del management;
- identificazione soggettiva diretta della probabilità di accadimento;
- metodo Delphi;
- metodi «statistici»: la modellizzazione viene condotta utilizzando metodi statistici, fondata sulla disponibilità di dati storici;
- l'analisi dei dati;
- stime empiriche fondate su serie storiche di dati oppure, ipotizzata una forma per la distribuzione di probabilità, utilizzo dei dati per stimarne i parametri;
- analisi di regressione per determinare il valore dei fattori di rischio;
- metodi «statistico-econometrici»;
- simulazione stocastica;
- diagrammi d'influenza;

- modelli bayesiani.

Le tecniche quantitative di valutazione, generalmente, richiedono un più elevato livello di applicazione e di rigore. La validità di queste tecniche dipende fortemente dalla qualità dei dati di supporto e dalle assunzioni di base. Queste tecniche sono particolarmente adatte per i rischi che si sono già manifestati nel passato, che hanno una frequenza di variabilità e che consentono di formulare previsioni attendibili.

Tabella 4-13: Tecniche di valutazione

Livello di sofisticazione	Tecnica Analitica
Alta	Analisi Statistiche Analisi scenari Analisi sensitività
Moderata	Analisi impatto Analisi indicatori di rischio
Bassa	Priorità qualitativa rischi Self-assessment quantitativo Assessment soggettivo e personale

4.12 TIPI DI METODI

I metodi possono essere classificati in 2 grandi categorie:

- Qualitativi
- Quantitativi

Queste 2 classi contengono, a loro volta, tecniche e metodologie che possono essere divise in altri 2 grandi gruppi, uno *deterministico* ed uno *probabilistico*. Non si escludono però quelle tecniche che possono ricondursi ad una combinazione di un approccio sia deterministico che probabilistico.

I metodi deterministici prendono in considerazione i prodotti, le attrezzature e la quantificazione di conseguenze per vari obiettivi come persone, ambiente e attrezzature. I

metodi probabilistici sono basati sulla probabilità o frequenza di realizzazioni di situazioni rischiose o sulla possibile realizzazione di un potenziale incidente. I metodi probabilistici sono principalmente incentrati sulla probabilità di guasto di attrezzature o dei loro componenti. Da un lato i metodi probabilistici sono utilizzati per guidare un'analisi su una ristretta parte di un impianto. Dall'altro il metodo deterministico e quello combinato (deterministico probabilistico) sono utilizzati per studiare l'intero stabilimento industriale.

La classificazione dei metodi è basata sul tipo di dati in uscita. In ogni categoria i metodi possono essere classificati dal più semplice (che comprende un solo step) al più complesso (basato sui 3 step: identificazione, valutazione e gerarchizzazione).

Sono state classificate 62 metodologie secondo i 4 criteri definiti prima. La maggior parte dei metodi sono deterministici perché storicamente gli operatori e le organizzazioni hanno inizialmente a quantificare i danni e le conseguenze di potenziali incidenti, prima di capire perché e come potrebbero accadere.

4.13 TECNICHE QUALITATIVE

L'applicazione di tecniche qualitative conduce alla costruzione di uno degli strumenti più efficaci e diffusi nell'ambito del risk assessment: le *mappe dei rischi*.

In sostanza, al singolo soggetto o al team che proceduto all'assessment viene richiesto di descrivere l'intensità dell'impatto utilizzando una scala di attributi come nullo, molto basso, basso, medio, alto, molto alto. Per l'analisi degli impatti sulla performance è necessario che l'orizzonte temporale di riferimento sia definito a priori in modo chiaro e non venga modificato durante il processo di assessment.

In poche parole per "tecnica qualitativa" s'intende un insieme di procedure che più che mirare a stimare il numero delle cause o dei fattori di rischio o dei breakdown in un sistema/processo/flusso, si interroga su quali potrebbero essere le sue conseguenze sul sistema o quali possibili scenari potrebbero originarsi da una serie di contromisure realizzate ad hoc. Ci si interroga quindi sulla qualità dell'evento dannoso. La ricerca qualitativa è improntata ad avere una rilevanza teorica o pragmatica (i cosiddetti studi intensivi), in cui prevale un ragionamento di tipo induttivo (dove è la teoria che emerge dai dati).

L'obiettivo è quello di comprendere la ratio alla base del fenomeno osservato, non il perché ed il come, non cercando relazioni causali. Si capisce quindi che la capacità e la difficoltà risiedono nella bravura del soggetto osservatore di trovare una relazione tra l'oggetto di analisi e le sue intuizioni. L'importanza risiede nell'abilità, da parte dell'esperto che studia il caso, di permettere una percorribilità cognitiva dell'itinerario di ricerca, fornendo un metodico resoconto riflessivo di quanto fatto, per evitare che il risultato prodotto dal suo studio sia rigettato o considerato poco attendibile.

Per ottenere consensi sulla probabilità e l'impatto, che sono stati determinati impiegando tecniche di valutazione qualitative, le aziende possono adottare lo stesso approccio impiegato per identificare gli eventi, e cioè le interviste e i workshop. Un processo di auto-valutazione del rischio indirizza l'attenzione ai partecipanti sulla probabilità e sull'impatto degli eventi futuri, adottando scale sia descrittive sia numeriche.

4.14 TECNICHE QUANTITATIVE

Si possono adottare tecniche quantitative quando sono disponibili sufficienti informazioni per stimare la probabilità e l'impatto del rischio usando modelli di misurazione. A differenza dei metodi qualitativi, i quantitativi ricercano modi, cause, effetti, li enumerano, li classificano e poi da questi deducono opportune conseguenze: si tratta di metodi deduttivi. La loro è una ricerca strutturata, che parte dalla teoria e da ipotesi definite a priori, in cui la scientificità del metodo rappresenta un elemento sensibilizzante (nel senso che indica nella direzione in cui si deve guardare) e manipola la realtà studiata, ponendo l'osservatore all'esterno del fenomeno da studiare in una posizione di totale neutralità. Esiste quindi distanza, separazione tra colui che analizza e realtà analizzata. Le procedure dei metodi quantitativi sono quindi standardizzate, prefabbricate, in cui lo strumento di misura è impostato precedentemente alla fase di raccolta. Il risultato finale di un metodo quantitativo è (nella maggior parte dei casi) una matrice (o al massimo grafici/tabelle in cui sono rappresentate gerarchie tra dati). Tali metodi studiano la realtà non come caso studio bensì riducendola ad una serie di variabili da calcolare, dove, facendo uso di tecniche e modelli matematici, andando a spiegare il significato di tali variabili e di loro relazioni. I risultati di

tali studi quantitativi saranno presentati in tabelle, grafici e le relative procedure utilizzate per spiegare il significato dei risultati saranno accompagnate dai relativi algoritmi che spiegano le correlazioni tra i dati: alla base vi sono modelli causali e leggi.

I metodi quantitativi utilizzano tecniche che possono essere distinte in probabilistiche, non probabilistiche e di benchmarking. Una delle sfide per l'utilizzo di queste tecniche è di ricorrere a fonti affidabili di dati.

Il **benchmarking** è un processo basato sulla collaborazione di un gruppo di aziende. È indirizzato su eventi specifici o processi; compara misure e risultati utilizzando criteri di quantificazione omogenei e identifica opportunità di miglioramento. Alcune società utilizzano il benchmarking per valutare la probabilità e l'impatto di eventi potenziali nel settore di appartenenza. I dati di benchmarking possono fornire al management informazioni approfondite sulla probabilità e l'impatto dei rischi basate sull'esperienza di altre organizzazioni. Il benchmarking è anche impiegato per l'esame di un processo operativo al fine di identificare opportunità di miglioramento del processo medesimo. Le tecniche di benchmarking si articolano in : *interne, concorrenziali/settoriali, best in class*.

I modelli probabilistici aggregano una serie di eventi e l'impatto conseguente con la probabilità che questi eventi accadono sulla base di certe ipotesi. La probabilità e l'impatto sono valutati sulla base dei dati storici o dei risultati, frutto di simulazione, che riflettono ipotesi di comportamento o tendenze future. I modelli probabilistici si possono utilizzare con diversi orizzonti temporali per stimare i risultati e si possono anche usare per valutare i risultati attesi o medi o, di contro, impatti attesi o fortemente rilevanti. Le tecniche probabilistiche riguardano i *modelli at risk* (tra cui: *value at risk, cash flow at risk* ed *earnings at risk*), valutazione degli eventi di perdita e back testing.

I modelli non probabilistici adottano ipotesi soggettive per la stima dell'impatto degli eventi senza quantificarne la probabilità. La valutazione dell'impatto degli eventi si basa su dati storici o simulati e su ipotesi di tendenze future. Di conseguenza, queste tecniche richiedono che il management determini, se lo ritiene necessario, la probabilità di accadimento separatamente. Le tecniche non probabilistiche comunemente usate sono: *sensitivity analysis, scenario analysis* e *stress testing*.

BIBLIOGRAFIA

- Adamyan A., He D. *“Analysis of sequential failures of reliability and safety of manufacturing systems”*, 2002
- Agarwal R., *“A Petri-Net based approach for verifying the integrity of production systems”*, 2001
- Antonioni G., Spadoni G., Cozzani V., *“A methodology for the quantitative risk assessment of major accidents triggered by seismic events”*, 2006
- Arunraj N.S., Maiti J., *“Risk-based maintenance—Techniques and applications”*, 2007
- Azaron A., Brown K.N., Tarim S.A., Modarres M., *“A multi-objective stochastic programming approach for supply chain design considering risk”*, 2008
- Bajpai S., Sachdeva A., Gupta J.P., *“Security risk assessment: Applying the concepts of fuzzy logic”*
- Baysari M.T., Caponecchia C., McIntosh A.S., Wilson J.R., *“Classification of errors contributing to rail incidents and accidents: A comparison of two human error identification techniques”*, 2008
- Bennett J. C., Bohoris G.A., Aspinwall E.M., Hall R.C., *“Risk analysis techniques and their application to software development”*, 2006
- Braunscheidel M.J., Suresh N.C., *“The organizational antecedents of a firm’s supply chain agility for risk mitigation and response”*, 2008
- Brun A., Caridi M., FahmySalama K., Ravelli I., *“Value and risk assessment of supply chain management improvement projects”*, 2005

- Cabeza Z., Ridao M. A., Camacho E. F., “*An algorithm for optimal scheduling and riskassessment of projects*”, 2004
- Cabeza Z., Ridao M. A., Camacho E. F., “*Using a risk-based approach to project scheduling: A case illustration from semiconductor manufacturing*”, 2007
- Dillon R.L., Paté-Cornell M. E., Guikema S. D., “*Programmatic Risk Analysis for Critical Engineering Systems under Tight Resource Constraints*”, 2002
- Fabiano B., Curro F., Reverberi A.P., Pastorino R., “*Dangerous good transportation by road: from risk analysis to emergency planning*”, 2005
- Fuller D.O., Williamson R., Jeffe M., James D., “*Multi-criteria evaluation of safety and risks along transportation corridors on the Hopi Reservation*”, 2003
- Gheorghea A.V., Birchmeiera J., Vamanub D., Papazoglouc I., Krõger W., “*Comprehensive risk assessment for rail transportation of dangerous goods: a validated platform for decision support*”, 2004
- Goh M., Lim J.Y.S., Meng F., “*A stochastic model for risk management in global supply chain networks*”, 2007
- Gowland R., “*The accidental risk assessment methodology for industries (ARAMIS)/layer of protection analysis (LOPA) methodology: A step forward towards convergent practices in risk assessment?*”, 2005
- Grundke P., “*Top-down approaches for integrated risk management: How accurate are they?*”, 2010

- Jiang B., Baker R.C., Frazier G.V., *“An analysis of job dissatisfaction and turnover to reduce global supply chain risk: Evidence from China”*, 2007
- Kalantarnia M., Khan F., Hawboldt K., *“Dynamic risk assessment using failure assessment and Bayesian theory”*, 2009
- Knemeyer A. M., Zinn W., Eroglu C., *“Proactive planning for catastrophic events in supply chains”*, 2009
- Koivisto R., Wessberg N., Eerola A., Ahlqvist T., Kivisaari S., Myllyoja J., Halonen M., *“Integrating future-oriented technology analysis and risk assessment methodologies”*, 2009
- Kull T., Closs D., *“The risk of second-tier supplier failures in serial supply chains: Implications for order policies and distributor autonomy”*, 2006
- Lai L., *“An evaluation of fuzzy transportation underwriting systematic risk”*, 2008
- Mayo M., *“Learning Petri net models of non-linear gene interactions”*, 2005
- Membré J.M., Lambert R.J.W., *“Application of predictive modelling techniques in industry: From food design up to risk assessment”*, 2008
- Moore D.A., *“Application of the API/NPRA SVA methodology to transportation security issues”*, 2005
- Neiger D., Rotaru K., Churilov L., *“Supply chain risk identification with value-focused process engineering”*, 2007
- Oke A., Gopalakrishnan M., *“Managing disruptions in supply chains: A case study of a retail supply chain”*, 2008

Park S., Lee T., Sung C.S., *“A three-level supply chain network design model with risk-pooling and lead times”* 2009

Sainaghi R., *“What if analysis”*, 2008

Salvi O., Debray B., *“A global view on ARAMIS, a risk assessment methodology for industries in the framework of the SEVESO II directive”*, 2006

Seuring S., Muller M., *“From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management”*, 2008

Schlechter W. P. G., *“Facility risk review as a mean to addressing existing risk during the lifecycle of a process unit, operation or facility”*, 2005

Snell V.G., Jaitly R., *“Probabilistic Safety Analysis”*, 2001

Stroeve S.H., Blom H.A.P., G.J. Bakker, *“Systemic accident risk assessment in air traffic by Monte Carlo simulation”*, 2008

Tang C., Tomlin B., *“The power of flexibility for mitigating supply chain risks”*, 2008

Taskin Gumus A., *“Evaluation of hazardous waste transportation firms by using a two step fuzzy-AHP and TOPSIS methodology”*, 2008

Thun J.H., Hoenig D., *“An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry”*, 2009

Tixier J., Dusserre G., Salvi O., Gaston D., *“Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants”*, 2002

- Trkman P., McCormack K., *“Supply chain risk in turbulent environments — A conceptual model for managing supply chain network risk”*, 2009
- Truccoa P., Cagnoa E., Ruggerib F., Grande O., *“A Bayesian Belief Network modelling of organisational factors in risk analysis: A case study in maritime transportation”*, 2007
- Tuncel G., Alpan G., *“Risk assessment and management for supply chain networks: A case study”*, 2009
- Verma M., Verter V., *“A lead-time based approach for planning rail–truck intermodal transportation of dangerous goods”*, 2009
- Wagner S.M., Bode C., *“An empirical investigation into supply chain vulnerability”*, 2007
- Wang Y. , Liu J., Elhag T.M.S., *“An integrated AHP - DEA methodology for bridge risk assessment”*, 2007
- Wilson M.C., *“The impact of transportation disruptions on supply chain performance”*, 2005
- Wu D., Olson D.L., *“Supply chain risk, simulation, and vendor selection”*, 2008
- Wu Y., *“Correlated sampling techniques used in Monte Carlo simulation for risk assessment”*, 2008
- Yan H., Wang Z., Jiao X., *“Modeling, scheduling and simulation of product development process by extended stochastic high-level evaluation Petri nets”*, 2003
- Yu H., Zeng A.Z., Zhao L., *“Single or dual sourcing: decision-making in the presence of supply chain disruption risks”*, 2007

Yun G., Rogers W.J., Mannan M. S., “*Risk assessment of LNG importation terminals using the Bayesian–LOPA methodology*”, 2009

Zeng J., An M., Smith N.J., “*Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment*”, 2007

5 SELEZIONE E APPLICAZIONE DELLE TECNICHE DI ANALISI DEL RISCHIO

Esaminando un'azienda nel contesto della supply chain in cui è inserita e riprendendo la classificazione dei rischi suggerita nel paragrafo 3.3, possiamo ora identificare quattro ampie categorie con i relativi fattori (driver) di rischio che le possono generare.

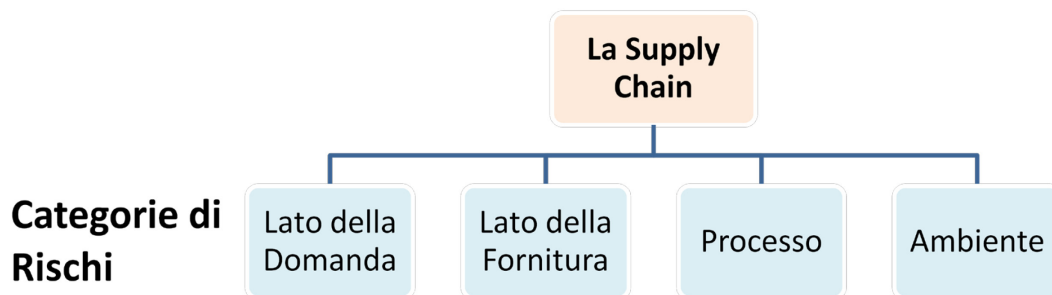


Figura 5-1: Le entità della supply chain

Nell'immagine che segue sono riportati tutti i fattori di rischio inerenti alle rispettive categorie. Questi sono stati ricavati dall'analisi della literary review la quale ha altresì permesso di evidenziare l'interdipendenza tra alcuni di essi e di stabilire, per i vari fattori, quali sono le modalità di guasto, i possibili effetti e le eventuali misure di prevenzione/correzione da apportare. I risultati ottenuti dalla ricerca dello stato dell'arte sono quelli rappresentati in Figura 5-2 e Tabella 5-1.

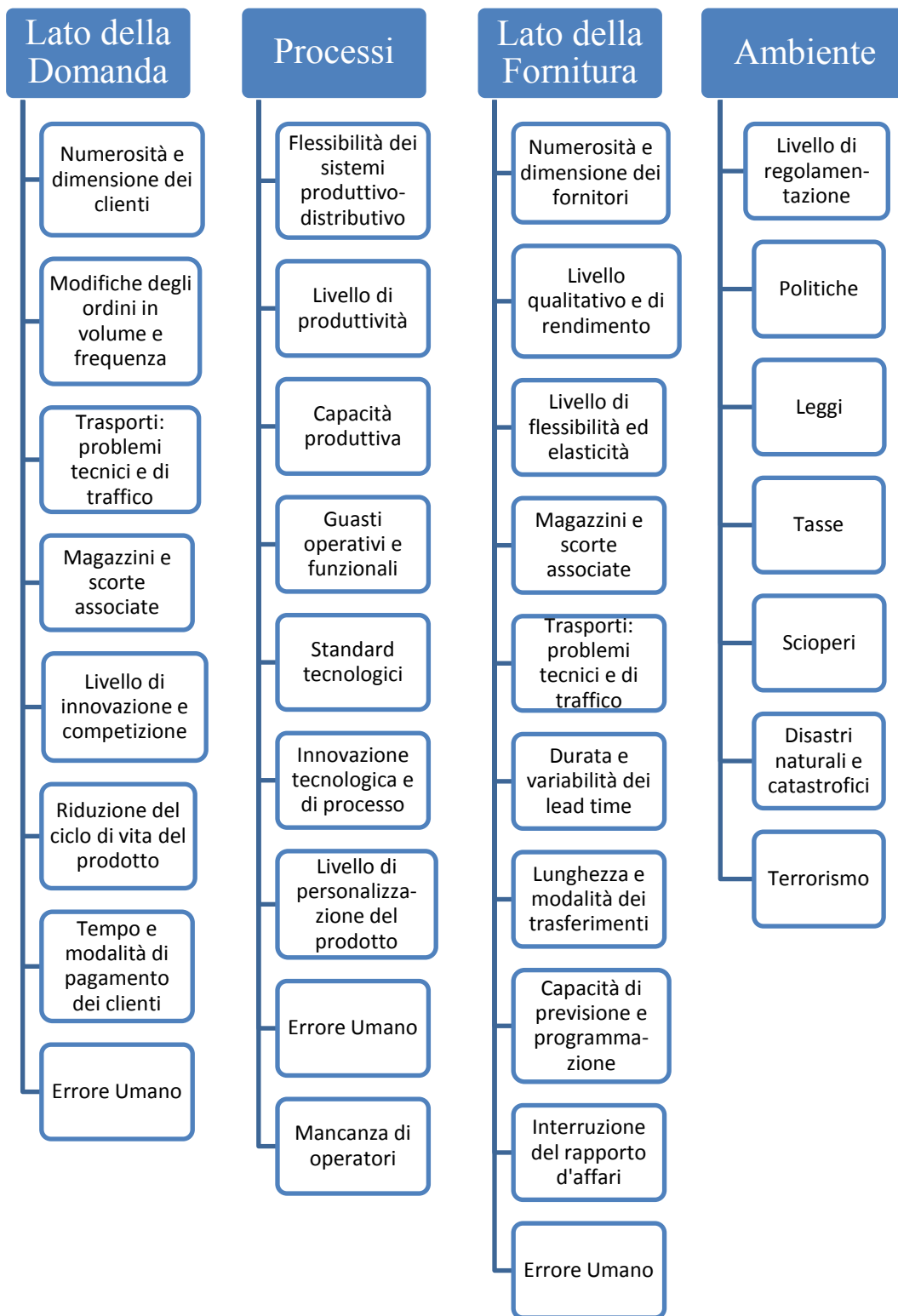


Figura 5-2: Le categorie di rischio ed i relativi fattori di rischio

Tabella 5-1: Quadro riassuntivo di guasti, effetti, potenziali cause e controlli per le entità di una supply chain

Entità	Potenziali errori/ Modalità di guasto	Potenziali effetti	Potenziali cause o guasti	Controlli correnti/ soluzioni
<i>Fornitore</i>	Scarsa qualità nei prodotti acquistati dai fornitori	Problemi di qualità nella produzione, costo per prodotto elevato, perdita di clienti	Scarsa affidabilità tecnica	Controllo statistico della qualità, ispezioni
	Perdita di competitività	Basso margine di profitto, non flessibilità di fornitura	Cambiamenti nella tecnologia o nella progettazione del prodotto	Attività R&D
	Scarsità materie prime	Ritardo nel rifornire i produttori, capacità di utilizzo inefficiente	Effetto bullwhip, errori nello scheduling e pianificazione	Previsioni, ERP, MRP, collaborazione con i produttori
	Rottura di relazioni d'affari con fornitori	Interruzione fornitura e/o dei contratti, effetto bullwhip	Monopolio, accordi contrattuali, cambiamenti tecnologici	Collaborazione, risk-sharing, fornitori alternativi
<i>Logistica</i>	Errore umano	Incidenti, danno alle cose e/o veicoli, ritardo	Stress, mancanza di allenamento,	Allenamento del personale, brevi intervalli

		nella consegna	durata elevata dei turni	lavorativi.
	Problemi tecnici col veicolo di trasporto	Danni al veicolo, consegne in ritardo	Manutenzione negligente, tecnologia vecchia	Manutenzione periodica, investimenti di capitali
	Elevata densità di traffico	Ritardo nella consegna	Modalità di consegna selezionate e periodiche	Soluzione analitica con vehicle routing e schedulino
	Episodi negativi dovuti a disastri naturali e attacchi terroristici	Danno o perdita di carico, interruzione nella fornitura	Evento di naturale ambientale	Assicurazione, miglior sistema infrastrutturale
<i>Produzione</i>	Mancanza di operatori	Ritardo nella produzione	Assenza operatori, scioperi, controversie industriali, lavoro non soddisfacente	Motivazione, relazioni con lavoro di gruppo
	Problemi tecnici/ interruzione degli impianti	Ritardo nella produzione, scarsa qualità dei prodotti finiti	Manutenzione insufficiente, processo produttivo instabile, scarsa affidabilità tecnica	Manutenzione periodica, controllo statistico dei processi
	Errore umano	Scarsa qualità	Perdita di	Allenamento,

		nelle materie prime, alto tasso di rilavorazione necessaria	motivazione, mancanza di esperienza o allenamento, condizioni di lavoro	analisi ergonomica delle condizioni di lavoro, sistemi di ricompensa
<i>Customer</i>	Fluttuazione della domanda	Ritardo o scarsità degli ordini	Funzione CRM ¹⁹ lacunosa o assente	Previsione della domanda, sistema produttivo flessibile, controllo e gestione magazzino
	Perdita di quota del mercato	Bassi tassi di profitto	Elevata competizione sul mercato, comportamento del cliente	Strategie di R&D e di management
	Cambiamenti repentini nelle aspettative del cliente	Aumento nel costo del prodotto	Sviluppi tecnologici, globalizzazione	Attività di R&D, investimento di capitali

¹⁹ CRM: letteralmente Customer Relation Management (funzione predisposta alla gestione delle relazioni col cliente finale)

5.1 IL PROBLEMA DELLA SCELTA DELLE TECNICHE DI ANALISI

Nonostante la literary review fornisca numerose tecniche all'uopo, l'analisi dello stato dell'arte ha tuttavia evidenziato la difficoltà che ci si trova a fronteggiare qualora si debba procedere alla scelta di una tecnica che deve poi condurre all'identificazione e/o valutazione del rischio, data la numerosità di riferimenti, spesso sovrapposti e la loro ridondanza.

Data la vastità del campo in cui ci si trova a dover operare, considerata la complessità della materia e palesata poi la difficoltà nella scelta della metodologia da utilizzare, ci si rende conto dell'impossibilità di innescare procedure che guidino univocamente ad ottenere i più opportuni strumenti di identificazione e valutazione rischi.

Nei seguenti paragrafi si vuol fornire, in base a delle caratteristiche specifiche della supply chain (a loro volta "portatrici" di rischio), una procedura decisionale di immediata implementazione che consenta di effettuare delle scelte operative che permettano di agevolare il lavoro del management di quelle aziende che vogliono studiare il network di appartenenza e che siano accessibili anche a coloro che non hanno conoscenze approfondite sulla tematiche.

Importante è stato ricercare, relativamente al supply network, i principali fattori che concorrono alla determinazione dei rischi di una supply chain, i quali sono poi stati raggruppati in categorie di rischio relative alla natura della catena.

Per poter individuare una specifica tecnica di analisi, impiegabile ad una determinata area di rischio o alla prevenzione dell'accadimento di un possibile evento, si è reso necessario individuare quei fattori che possono essere discriminanti nella scelta della tecnica separandoli da quelli che invece non hanno caratteristiche rilevanti per l'applicazione dello strumento assurgendo così a variabile in funzione della quale indirizzare le analisi successive.

In tal senso si è proceduto con la selezione e poi l'accorpamento dei fattori di rischio (generati dai rispettivi drivers) per determinare tali fattori di scelta rappresentati nelle tabelle seguenti, ai quali sono state associate le relative tecniche.

5.2 CATEGORIE, FATTORI DI RISCHIO E FATTORI DI SCELTA

All'interno di ogni categoria si analizzano i fattori di rischio, presi sia singolarmente che unitamente ad altri, valutando poi se questi siano sufficienti o meno per dar luogo all'utilizzo di un determinato strumento per l'individuazione ed un'eventuale valutazione di rischi. Qualora si individuino più fattori di rischio affini o classificabili come concorrenti nel contribuire ad indirizzare l'analisi del rischio verso un'unica direzione allora li si unisce dando vita così ad un unico fattore di scelta della tecnica applicabile. Se all'interno della categoria di rischio è presente un fattore che non è utile ai fini dell'indirizzamento verso una tecnica allora lo si omette in quanto influente ai fini della scelta della tecnica da considerare.

Realizzato questo step importante e cioè la creazione dei fattori di scelta si è proceduto con l'assegnare a ciascuno di essi una o più tecniche di analisi.

Di seguito sono riportate per ogni categoria di rischio i fattori di rischio che hanno concorso alla determinazione di tali fattori di scelta.

La prima categoria di rischio presentata è quella relativa alla **domanda**: sono stati elencati i fattori di rischio che concorrono a determinare interruzioni/guasti o malfunzionamenti nella catena aventi origine nella domanda.

Tra i fattori elencati (*numerosità e dimensione cliente, modifiche degli ordini in volume e frequenza, tempo e modalità dei pagamenti, innovazione e competizione*) si è dedotto che solo il fattore numerosità e dimensione del cliente contribuisce un discriminante per poter scegliere una tecnica piuttosto che un'altra.

Tabella 5-2: La selezione dei fattori di rischio della categoria “Lato della Domanda” che concorrono a determinare il fattore di scelta

<i>Categoria di rischio</i>	<i>Lato della Domanda</i>
Fattori di rischio	<p>Numerosità e dimensione del cliente</p> <p>Modifiche degli ordini in volume e frequenza</p> <p>Tempo e modalità dei pagamenti</p> <p>Innovazione e competizione</p>

Il fattore di scelta derivante è “**Dipendenza dal Cliente**”.

Come si evince dalla tabella la determinazione del fattore di scelta “dipendenza dal cliente” deriva dal fattore di rischio “numerosità e dimensione del cliente”.

L’esistenza della dipendenza del fattore di scelta dal relativo fattore di rischio implica la doverosa considerazione in fase di studio della supply chain di una o più determinate tecniche piuttosto che altre.

Ovviamente il parametro “numerosità e dimensione cliente” rappresenta una classe molto ampia e necessita di essere ulteriormente semplificata e scomposta. Per fare ciò si propone il seguente ragionamento alla base della seguente suddivisione. Si pensi alla domanda per un bene o servizio (quale potrebbe essere luce/acqua/gas o un qualsiasi altro bene di consumo) fatta dall’utenza. In questo mercato si possono individuare due potenziali acquirenti: il grossista che acquista il bene/servizio o prodotto e che poi rivende al cliente finale ed il cliente finale stesso. I primi sono presenti sul territorio in numero ridottissimo rispetto ai secondi il cui numero può essere stimato, in media, nell’ordine delle centinaia di unità, mentre i secondi sono mediamente presenti in numero molto più elevato, approssimativamente sulle decine di migliaia. Ora potremmo definire il rapporto produttore/grossista come un rapporto di $1/n$, con $n < 500$, ed il rapporto

produttore/consumatore finale, come un rapporto $1/n$, con $n \gg 500$. Quindi il fattore di scelta “dipendenza dal cliente” può essere così schematizzato:

Tabella 5-3: Scomposizione del fattore di scelta “Dipendenza dal cliente”

Fattore di scelta	Dipendenza dal Cliente		
	Numerosità		Modifiche agli ordini in volume e frequenza
Tecniche	$1/n$ ($n < 500$)	$1/n$ ($n \gg 500$)	Fuzzy theory
	Reti di Petri	CCP programming	
	MOP model		

La seguente categoria di rischio contempla la voce “lato del fornitore”. Tra i fattori di rischio annoverati quello che risulta discriminante per la scelta dell’utilizzo di una o più tecniche è il fattore “numerosità e dimensioni del fornitore”.

Tabella 5-4: La selezione dei fattori di rischio della categoria “Lato del Fornitore” che concorrono a determinare il fattore di scelta

Categoria di rischio	Lato del fornitore
Fattori di rischio	Numerosità e dimensioni del fornitore
	Livello qualitativo e di rendimento
	Durata del lead time
	Interruzione rapporto d'affari

Il fattore di scelta derivante è “**Dipendenza dal Fornitore**”.

Un ragionamento analogo a quello fatto per la determinazione del fattore di scelta “dipendenza dal cliente”, è da farsi per il fattore di scelta “dipendenza dal fornitore”. Bisognerebbe poter distinguere in base al numero di fornitori la corretta tecnica da applicare. Questo problema è facilmente bypassabile con la “*DEA (Data envelopment analysis) programming*”, che è una tecnica di programmazione lineare utilizzabile indipendentemente dal numero di fornitori. Il suo meccanismo di funzionamento permette alla fine dell’analisi di effettuare una comparazione tra i vari fornitori, ottenendo così una valutazione di tipo qualitativa.

Il modello DEA, in quanto strumento di supporto decisionale per la selezione dei fornitori, compara all’interno di un set di suppliers, le varie performance di ciascuno di essi, evidenziando il più efficiente.

Il termine di paragone è effettuato in termini di tempo impiegato per la consegna e qualità della merce (l’analisi DEA richiede la soluzione di n problemi di programmazione lineare).

Le tecniche per il fattore di scelta “dipendenza dal fornitore”, risulta essere, per il caso descritto in cui si ha un numero basso o elevato di fornitori, la DEA model.

Una tecnica che invece è utilizzabile per un numero di fornitori non elevato, più precisamente nell’ordine delle poche decine, è la *Graph Theory*, la quale, anche graficamente permette di rappresentare l’incidenza nonché la dipendenza che hanno tra di loro i vari fattori di rischio. Naturalmente, in presenza di un basso numero di fornitori, la scelta tra il metodo della programmazione DEA e la Teoria dei Grafi, è puramente soggettiva. Tuttavia c’è da dire che se da una parte la semplicità, computazionale e rappresentativa del modello dei Grafi, lo rende preferibile al modello della programmazione DEA, quest’ultima, facendo uso di algoritmi in cui risolve un problema di programmazione lineare risulterebbe qualitativamente più affidabile. Ciò non toglie la possibilità di ottenere soluzioni simili con entrambe le tecniche.

Tabella 5-5: Scomposizione del fattore di scelta “Dipendenza dal Fornitore”

<i>Fattore di scelta</i>	<i>Dipendenza dal Fornitore</i>	
	Numerosità	
	n < 10	n >> 10
Tecniche	Graph Theory	DEA model

Un'altra entità per la quale è stata redatta una categoria di rischio è rappresentata dalla logistica. Nella categoria di rischio “logistica” il fattore discriminante per la scelta di tecniche è il solo fattore di rischio “trasporti”.

Tabella 5-6: Selezione dei fattori di rischio della categoria “Logistica” che concorrono alla determinaione del fattore di scelta

<i>Categoria di rischio</i>	<i>Logistica</i>
Fattori di rischio	<p>Trasporti</p> <p>Magazzini e scorte</p>

Il fattore di scelta derivante è “**Dipendenza dalla Logistica**”.

Un'ultima considerazione, simile a quelle fatte in precedenza per l'attribuzione delle tecniche ai vari fattori di scelta è da farsi anche sul fattore di scelta “Dipendenza dalla Logistica”. Le tecniche da applicare tengono conto dei trasporti (o modalità di trasferimento) e della lunghezza del percorso/area servita coperta degli stessi. Le modalità di trasferimento contemplate sono “via mare”, “via aerea”, “via terra”, “su rotaia” e “combinata”. Naturalmente le tecniche sono quasi sempre combinate ma lo strumento di identificazione rischi proposto si riferisce alla modalità considerata singolarmente. In ogni caso volendo trovare quelle soluzioni che si riferiscono alla modalità “combinata” (dove per

“combinata” si intende l’utilizzo contemporaneo di due o più modalità di trasferimento) si può tener conto delle tecniche associate alle singole procedure di trasferimento.

Per la lunghezza, invece, il parametro di riferimento è la distanza coperta o area servita. Essendo la lunghezza percorsa molto poco affidabile come parametro, si è scelto come metro di giudizio l’area servita e più specificamente si è operata la distinzione tra: supply chain centralizzate (estese su scala da provinciale a regionale), supply chain dislocate (in cui l’area servita di dimensione nazionale) e supply chain composite (area servita internazionale).

La rappresentazione nella tabella seguente mostra graficamente il fattore di scelta "logistica". Data l’enorme confusione grafica che si sarebbe originata qualora si fossero rappresentate tutte le tecniche in una sola tabella si è scelto di dividere il fattore di scelta “logistica” in due tabelle, una riferita al fattore di scelta “trasporti” e l’altra che contempla il fattore di scelta “area servita”.

Tabella 5-7: Scomposizione del fattore di scelta “Dipendenza dalla Logistica”

<i>Fattore di scelta</i>	<i>Dipendenza dalla Logistica</i>			
	Trasporti			
	Via mare	Via terra	Via aerea	Su rotaia
Tecniche	BBN ²⁰	P.N. ²¹ SIL Q. ²³ SVA	BBN MCS. ²⁴	S.MC.P. ²² BBN

²⁰ BBN: Bayesian Belief Network

²¹ P.N.: Petri Nets (Reti di Petri)

²² Stochastic Multi-Criteria Programming

²³ SIL Q.: Safety Integrity Level Quantification

²⁴ MCS: Monte Carlo Simulation

Tabella 5-8: scomposizione del fattore “Dipendenza dalla Logistica”

<i>Fattore di scelta</i>	<i>Dipendenza dalla Logistica</i>		
	Area servita		
	Centralizzate	Dislocate	Composite
Tecniche	Graph Theory	Petri nets	Petri Nets TRACE ²⁵

La tabella che segue considera invece la categoria di rischio “errore umano”. Come evince dalla rappresentazione grafica il fattore di rischio che contribuisce alla scelta delle tecniche è il solo “**errore umano**”.

Tabella 5-9: La selezione dei fattori di rischio che concorrono alla definizione del fattore di scelta

<i>Categoria di rischio</i>	<i>Errore umano</i>
Fattori di rischio	Errore umano Assenza di operatori

Per errore umano si intendono tutti quei rischi derivanti dal comportamento dell'uomo dettati da:

- Stress da lavoro, affaticamento, mancanza di allenamento, turni di lavoro lunghi o estenuanti
- Ineducazione del soggetto lavoratore
- Mancanza di conoscenze dettagliate riguardo alla funzione che svolge
- Situazioni accidentali di cui egli è inconsapevolmente concorrente

²⁵ TRACE: Technique for the retrospective and predictive analysis of cognitive errors

In queste situazioni, accanto ai metodi tradizionali largamente usati ed abusati, è molto in uso, negli ultimissimi tempi, un insieme di tecniche utilizzate esclusivamente per studiare, analizzare le modalità di guasto collegate al lavoro umano e di conseguenza le possibili situazioni che possono essere influenzate dalla presenza di operatori. La tecnica in questione è la “*LOPA (Layer of Protection Analysis) methodology*”.

Tabella 5-10: La selezione dei fattori di rischio della categoria “Ambiente” concorrenti a determinare il fattore di scelta

<i>Categoria di rischio</i>	<i>Ambiente</i>
Fattori di rischio	<p>Disastri naturali</p> <p>Terrorismo</p> <p>Livello di regolamentazione</p> <p>Politica</p> <p>Leggi</p> <p>Tasse</p>

Il fattore di scelta derivante è “**Catastrofi**”.

L’assegnazione tecnica a questo fattore di scelta, data la natura aleatoria dei fattori di rischio che la accompagnano e la complessità del fenomeno considerato, deve contemplare una metodologia che permetta nella sua generalità di essere in ogni caso esauriente dal punto di vista pratico/quantitativo. In ogni caso, siccome non esistono tecniche che permettano di progettare una supply chain o un network in funzione dei fattori di rischio ambientali, più che rivolgersi a quelle tecniche di identificazione e valutazione dei rischi, si deve orientare la nostra attenzione verso quegli strumenti di mitigazione dei rischi, ovvero quelle metodologie che, non potendo prevenire ed evitare secondo approcci di tipo proattivo il determinarsi di rischi e/o scenari dannosi, volgono la loro attenzione all’attenuazione degli effetti nefasti che tali eventi potrebbero avere sul network, riducendo la portata dei danni annessi.

5.3 APPLICAZIONE DELLE TECNICHE DI IDENTIFICAZIONE E VALUTAZIONE RISCHI

Un'applicazione di alcune tecniche sopra elencate può essere effettuata in riferimento al caso seguente, la cui schematizzazione è definita da:

- 2 fornitori
- 2 servizi di logistica in ingresso
- 1 produttore
- 2 servizi di logistica in uscita
- 1 servizio al dettaglio
- n clienti/consumatori finali

e di cui si fornisce la seguente immagine

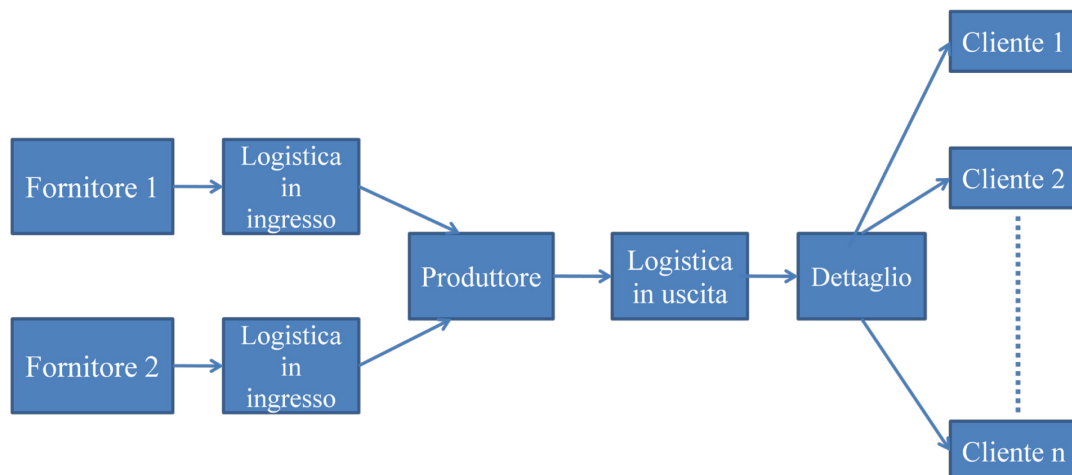


Figura 5-3: Modello della catena di fornitura

Nella fattispecie è possibile utilizzare per individuare e analizzare i rischi, la teoria dei grafi, il cui utilizzo è illustrato di seguito, confrontando le diverse soluzioni.

5.3.1 Applicazione della Teoria dei grafi

Si è posta l'attenzione alle tecniche individuate e catalogate nelle tabelle sopraelencate per valutare un loro possibile impiego. Il percorso di ricerca è stato orientato verso quelle metodologie che fornissero un approccio quantitativo per misurare le vulnerabilità della supply chain, restituendo, alla fine dell'applicazione, un risultato di facile confronto con altri e che allo stesso tempo consentisse di apprendere qualitativamente quali fossero gli impatti di ciascuna entità della catena di fornitura sulle altre, cosa che evidenzia ancora di più i legami e le interdipendenze tra i fattori della supply chain. Seguendo questo ragionamento la scelta è ricaduta sulla teoria dei grafi.

L'impiego della teoria dei grafi permette di quantificare ed individuare le vulnerabilità della supply chain e calcolarne un indice. I grafi hanno due elementi base: il nodo (o vertice) e l'arco. Considerando i driver di vulnerabilità come vertici e le interdipendenze tra loro come archi, un grafo può essere rappresentativo per una specifica supply chain. In questo modo, la modellizzazione tramite grafo permette di convertire la vulnerabilità in un indice, che potrà consentire ai managers una gestione migliore delle criticità della catena di fornitura.

Un grafo $G=(N,E)$ consiste di due insiemi, nodi (N) e archi (E). Il grafo è diretto se il suo insieme di archi è costituito da coppie ordinate di vertici. Un grafo cui è associato ad ogni arco un valore numerico (peso) è detto grafo pesato orientato. Ovviamente il grafo, per evitare complicazioni di natura grafica può più facilmente essere rappresentato da una matrice di adiacenza, in cui, l'elemento a_{ij} ha il valore 1 se il nodo i -esimo è collegato al nodo j -esimo nel verso $i-j$. Ha il valore 0 altrimenti. Parimenti, accanto alla matrice di adiacenza che utilizza la notazione booleana per indicare la presenza/assenza di relazione tra i nodi del grafo, si può costruire anche la matrice pesata, in cui al posto dell'elemento a_{ij} è inserito il valore del peso dell'arco. Cioè:

$$a_{ij} = w(a_i, a_j) \text{ se } i \neq j$$

$$a_{ij} = \mu(a_i) \quad \text{se } i = j$$

dove $w(a_i, a_j)$ è il peso assegnato all'arco $i-j$ nel verso $i-j$ e $\mu(a_i)$ è il valor medio degli a_i che si calcola come segue:

$$\text{per } i=j \quad \text{l'elemento } a_{ij} = \frac{\sum_{k=0}^n \text{var}_k}{n}.$$

Questa tecnica è stata applicata alla tipologia di supply chain descritta prima (e cioè composta da 2 fornitori, 2 sistemi di trasporto logistico in ingresso ed uscita, 1 produttore, 1 dettagliante ed n clienti finali) per individuare e classificare le vulnerabilità del caso preso in esame.

In particolare il valore dei pesi utilizzati è stato ricavato dalla literary review dove sono stati individuate tutte le variabili che panels di esperti tenevano in conto per le loro valutazioni e sono poi state quantificate utilizzando il peso loro associato dai team di specialisti, la cui stima numerica proveniva da un'attenta analisi basta su relazioni causa-effetto, su una serie di dati storici che comprovavano la fondatezza del loro ragionamento e soprattutto sull'esperienza. La bontà di tali pesi è ritenuta più che attendibile in quanto rappresentano valutazioni cautamente ponderate dagli addetti ai lavori. La tabella seguente elenca i driver di rischio, le relative variabili di vulnerabilità ed i pesi loro attribuiti che, nella fattispecie, assumono un valore compreso in un range [0 -5].

Tabella 5-11: I pesi associati alle variabili dei rispettivi driver di rischio

Driver	Nodo	Variabile	Peso
Inventario	N1	Obsolescenza prodotti	3,5
		Costi mantenimento	3
		Valore prodotti	3,5
Fornitori	N2	Perdita competitività	3
		Rischio tasso di cambio	4
		Contratti lungo termine vs breve termine	2,5
		Disponibilità materia prima procurata	3
		Scarsa qualità	4
		Scarsità materie prime	3
		Fallimento	2,5
Logistica	N3	Errore umano	2
		Problemi veicoli di trasporto	2,5
		Elevata densità traffico	2
Processo	N4	Mancanza di operatori	2,5

		Problemi tecnici – interruzione macchine	3,5
		Errori umani	3
Cliente	N5	Fluttuazione domanda	3
		Cambiamenti nelle aspettative	3,5
		Perdita quota mercato	3
Ambiente	N6	Guerre carestie	3,5
		Eventi naturali - attacchi terroristici	4
		Vertenze sindacali	3
Ritardi	N7	Capacità d'impiego del fornitore	2
		Inflessibilità fornitore	3
		Eccessiva movimentazione	2
Previsione	N8	Previsione inesatta	4
		Effetto bullwhip	3
Conto cliente	N9	Numero clienti	3
		Forza finanziaria clienti	2,5

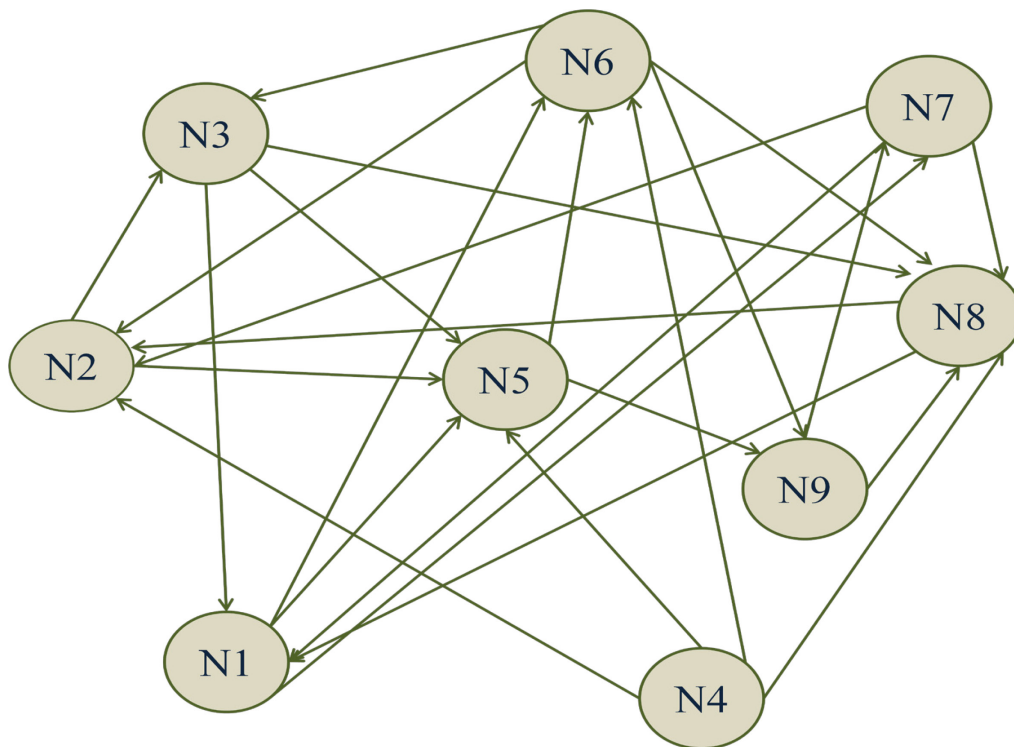


Figura 5-4: Rappresentazione secondo la Teoria dei Grafi

Di seguito sono invece rappresentate la matrice delle adiacenze e quella pesata.

Tabella 5-12: matrice delle adiacenze

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9
N1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
N2	0	0	1	0	1	0	0	0	0
N3	1	0	0	0	1	0	0	1	0
N4	0	1	0	0	1	1	0	1	0
N5	0	0	0	0	0	1	0	0	1
N6	0	1	1	0	0	0	0	1	1
N7	1	1	0	0	0	0	0	1	0
N8	1	1	0	0	0	0	0	0	0
N9	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Come si può evincere dalla tabella, l'unico fattore su cui nessun altro driver ha influenza è il driver "Ambiente", mentre questo a sua volta influenza circa la metà dei driver. Per contro, il fattore di vulnerabilità che viene maggiormente influenzato dai restanti è il fattore "Processo". Quindi a prima vista, dal punto di vista qualitativo, il maggiore rischio per la catena di fornitura deriva dalla produzione (dove per produzione si intende l'entità che riceve materie prime dai fornitori e che stocca a magazzino o vende).

Tabella 5-13: matrice dei pesi

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9
N1	3,33	-	-	-	2	-	2	-	-
N2	-	2,92	3	-	4	-	-	-	-
N3	2,5	-	3	-	3,5	-	-	4	-
N4	-	3	-	3,5	3,5	2	-	-	-
N5	-	-	-	-	3	1,5	-	-	2,5
N6	-	2	2	-	-	2,16	-	1	1
N7	2,5	2	-	-	-	-	3,33	4	-
N8	3,5	3	-	-	-	-	-	3,62	-
N9	-	-	-	-	-	-	3	-	3,33

Una volta noti i valori dei pesi degli archi possibile ottenere l'indice di vulnerabilità attraverso il calcolo del permanente della matrice di adiacenza, utilizzando la seguente formula: $per(A) = \sum_{\sigma} \prod_i a(i, \sigma(i))$.

Il *permanente* rappresenta la combinazione fattoriale di tutti i suoi elementi. Questo significa che il permanente dal punto di vista numerico ci restituisce un numero, ma concettualmente, figurando come il numero delle combinazioni possibili tra gli elementi della matrice, rappresenta nella pratica la combinazione tra tutti i fattori di rischio dando loro un peso quantificabile. Essendo poi il permanente della matrice una quantità sempre positiva consente all'operatore di poter confrontare il risultato ottenuto con altri derivanti dal calcolo di permanenti di altre matrici. Pertanto, tale valore numerico o più specificamente, la funzione $per(A)$ può essere vista come una funzione a minimizzare in quanto rappresenta il valore dell'interazione di tutti i fattori di rischio.

Nel caso specifico il permanente della matrice A risulta essere paria 23206.

Tale valore non ha un significato fisico, ma è da considerarsi quale benchmark da usarsi in successive azioni ipotizzate di mitigazione del rischio. Una volta individuata la fonte di

rischio su cui si reputa più conveniente intervenire si possono ricalcolare i coefficienti della matrice e calcolare di nuovo il permanente. In questo modo, ipotizzando di agire secondo diversi scenari e ipotesi si può decidere quale strategia da effettuarsi avrà il maggior beneficio ai fini della riduzione del rischio.

BIBLIOGRAFIA

- Cacciabue P.C., *“Human error risk management for engineering systems: a methodology for design, safety assessment, accident investigation and training”*, 2004
- Chavez-Demoulin V., Embrechts P., Nesřlehova J., *“Quantitative models for operational risk: Extremes, dependence and aggregation”*, 2005
- Clemens P. L. *“Event Tree Analysis”*, 2000
- Colarelli O'Connor G., Ravichandran T., Robeson D., *“Risk management through learning: Management practices for radical innovation success”*, 2008
- Hallikas J., Karvonen I., Pulkkinen U., Virolainen V., Tuominen M., *“Risk management processes in supplier networks”*, 2004
- Harlanda C., Brenchley R., Walker H., *“Risk in supply networks”*, 2002
- Jabbari Gharabagh M., Asilian H., Mortasavi S.B., Zarringhalam Mogaddam A., Hajizadeh E., Khavanin A., *“Comprehensive risk assessment and management of petrochemical feed and product transportation pipelines”*, 2009
- Kennedy C.R., Mortimer D., *“Risk management in IVF”*, 2009
- Narasimhan R., Talluri S., *“Perspectives on risk management in supply chains”*, 2009
- Neiger D., Rotaru K., Churilov L., *“Supply chain risk identification with value-focused process engineering”*, 2008
- Pistore, *“Risk management and assessment”*, 2008

Pollardi S. J. T., Strutt J. E., MacGillivray B. H., Hamilton P. D. , Hrude S. E., “*Risk analysis and management in the water utility: Review of Drivers, Tools and Techniques*”, 2004

Talluri S., “*Perspectives on risk management in supply chains*”, 2009

Tah J. H. M., Carr V., “*Towards a framework for project risk knowledge management in the construction supply chain*”, 1999

Tang C. S., “*Perspectives in supply chain risk management*”, 2006

Wagner S.M., Neshat N. “*Assessing the vulnerability of supply chains using graph theory*”, 2009

Wiegmann D.A., von Thaden T. L., “*A review of safety culture theory and its potential application to traffic safety*”, 2007

6 LA SYSTEM DYNAMICS COME SUPPORTO ALLE DECISIONI NELLA GESTIONE DEL RISCHIO

Nell'ambito del Supply Chain Risk Management, il cui processo è stato ampiamente descritto nel capitolo precedente, hanno assunto un ruolo sempre più importante strumenti come la modellizzazione e la simulazione, destinati a supportare decisioni di carattere strategico ed a favorire l'evoluzione dei modelli mentali degli attori aziendali, i quali modelli, così ottenuti, saranno alla base della condivisione dei rischi all'interno dell'impresa e della valutazione delle opportune strategie di gestione/mitigazione.

Tale metodologia, nota come System Dynamics, offre potenzialità che altri strumenti informativi e di simulazione, in passato, hanno rivelato di non possedere.

Se considerato in un'ottica aziendale, l'approccio della SD costituisce e fornisce una chiave di lettura della realtà analizzata, caratterizzandosi quale strumentazione di interpretazione delle modalità con cui le politiche e le decisioni degli attori aziendali influenzano la struttura del sistema di riferimento, incidendo sulle dinamiche in atto delle risorse aziendali a disposizione.

6.1 CENNI TEORICI DI BASE

Il System Dynamics è un approccio per lo studio e la gestione di sistemi complessi caratterizzati da meccanismi di *feedback*²⁶, in cui si enfatizza il ruolo dell'intreccio tra politiche, strutture decisionali e ritardi temporali.

²⁶ Esso opera con le seguenti modalità: dopo aver definito gli obiettivi che l'azienda dovrà raggiungere in un arco temporale di medio e lungo termine ed individuato le iniziative necessarie al loro conseguimento, la

Questo strumento è largamente impiegato nello studio delle singole realtà aziendali al fine di effettuare *analisi ex-post*, volte all'individuazione delle cause che hanno dato vita ad un determinato fenomeno/problema osservato, o *analisi ex-ante*, volte ad individuare le condizioni che possano portare al raggiungimento di determinati obiettivi.

L'idea che ispira la metodologia System Dynamics è di utilizzare i circuiti elementari in qualità di concetti fondamentali per generare rappresentazioni sistemiche complesse. In altre parole, i circuiti elementari possono considerarsi simboli semplici utilizzabili per produrre rappresentazioni ricche ma comprensibili.

Il metodo di ricerca System Dynamics ha una logica estremamente pragmatica. L'enfasi non è tanto sulla capacità del modello di prevedere particolari stati puntuali del sistema o sul rigore con cui le ipotesi del modello sono state testate empiricamente, quanto sulla possibilità che il modello offre di comprendere la logica con cui le variabili rilevanti interagiscono, il ruolo che ciascuna di esse gioca, i punti in cui il sistema è sensibile agli interventi e gli scenari che emergono come conseguenza di ipotesi alternative circa lo stato iniziale del sistema.

Gli elementi fondamentali dalla cui aggregazione ha origine la struttura di un sistema dinamico sono i circuiti di retroazione (o di *feedback*).

Un *circuito di retroazione* esiste ogni volta che lo stato di un sistema stimola una decisione che risulta in un'azione in grado di determinare un cambiamento dello stato originale del sistema creando, così, le premesse per le decisioni future (Figura 6.1).

In prima approssimazione un *circuito di retroazione* può essere definito come una catena di due o più variabili che si influenzano reciprocamente (Figura 6.2).

rilevazione dei risultati ed il conseguente confronto tra questi e le finalità perseguite, ovvero l'analisi degli scostamenti, permettono di ottenere preziose informazioni di ritorno, fondamentali al fine di impostare azioni correttive.

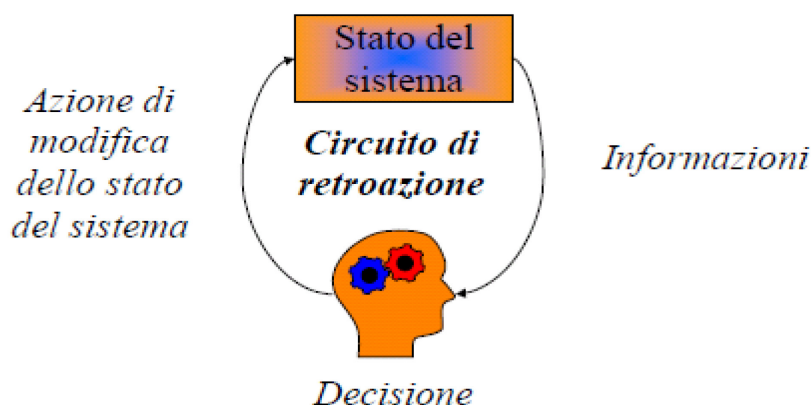


Figura 6-1: *Circuito di retroazione : struttura concettuale*
 Fonte: *Analisi dinamica dei sistemi aziendali*

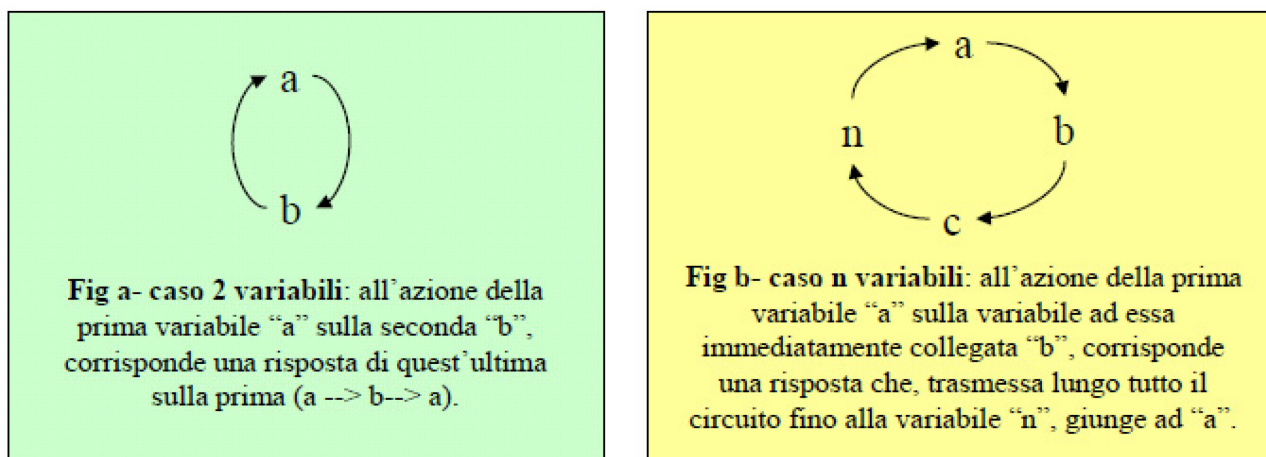


Figura 6-2: *Esempi di circuiti di retroazione*
 Fonte: *Analisi dinamica dei sistemi aziendali*

Ciascuna variabile compresa in un determinato circuito di retroazione può essere parte di più circuiti di retroazione contemporaneamente; tramite tali variabili, che svolgono un ruolo di connessione tra più circuiti, si formano strutture sistemiche più o meno complesse (Figura 6.3).

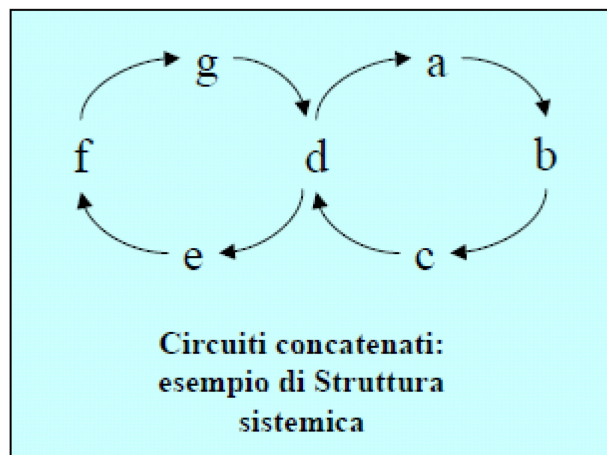


Figura 6-3: Esempi di struttura sistemica
Fonte: *Analisi dinamica dei sistemi aziendali*

La relazione tra due variabili x e y può essere positiva o negativa:

- è positiva se, a parità di tutte le altre condizioni, all'aumentare (diminuire) di x , y aumenta (diminuisce) al di sopra di quanto sarebbe stato altrimenti oppure x “aggiunge quantità” ad y ²⁷;
- è negativa se, a parità di tutte le altre condizioni, all'aumentare (diminuire) di x , y diminuisce (aumenta) al di sopra di quanto sarebbe stato altrimenti oppure x “toglie quantità” ad y ²⁸.

Contando, all'interno di un circuito di retroazione, il numero di segni “-” delle relazioni causali tra variabili è possibile distinguere tali circuiti in due categorie, a seconda della loro polarità: *i circuiti a retroazione positivi* (se la somma dei segni “-” è pari) e *i circuiti a retroazione negativi* (se la somma dei segni “-” è dispari). La polarità di un circuito definisce il tipo di manifestazione dinamica che caratterizza la risposta dello stesso ad uno stimolo prodotto dall'esterno su una delle variabili comprese in esso.

I circuiti di retroazione positivi (Figura 6.4) tendono ad *amplificare* in modo esponenziale eventuali stimoli esterni. Nel caso in cui un sistema si trovi in equilibrio, gli stimoli che disturbano tale situazione di equilibrio saranno *amplificati* e il comportamento dinamico del

²⁷ In termini matematici $dx/dy > 0$

²⁸ In termini matematici $dx/dy < 0$

sistema si *discosterà in modo esponenziale dallo stato di equilibrio* iniziale. Il circuito di retroazione positivo dà origine, quindi, ad un processo di *autorinforzo*, rappresentato da una crescita e decrescita di tipo esponenziale, e viene indicato con la lettera “R” (Rinforzo).

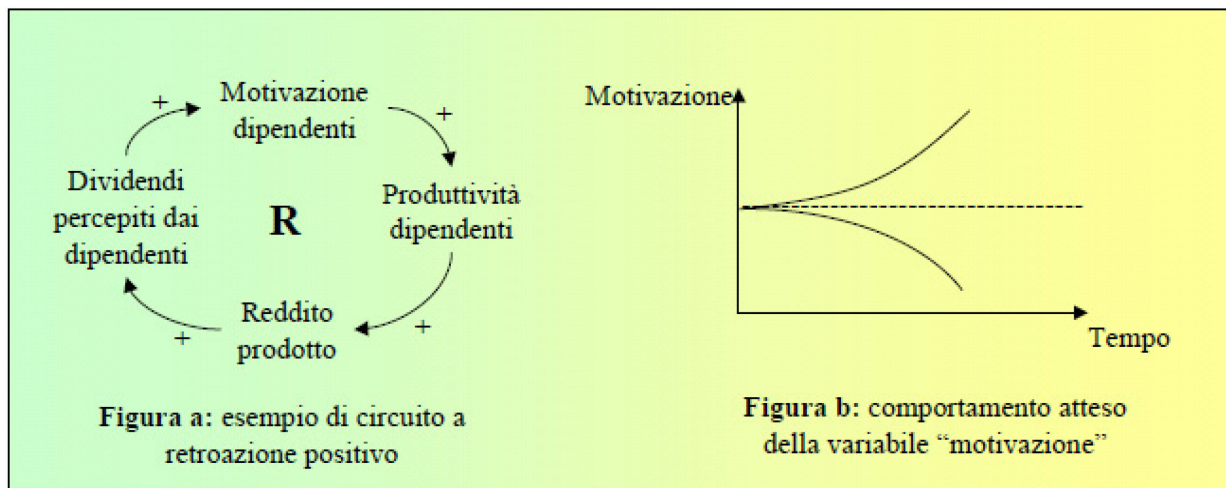


Figura 6-4: Esempio di circuito di retroazione positivo
 Fonte: *Analisi dinamica dei sistemi aziendali*

I circuiti di retroazione negativi (Figura 6.5) tendono, invece, ad *attutire* eventuali stimoli esterni. Nel caso in cui un sistema si trovi in equilibrio, gli stimoli che disturbano tale situazione di equilibrio saranno *assorbiti* e il comportamento dinamico del sistema *sarà riportato allo stato di equilibrio* iniziale. Il circuito di retroazione negativo dà origine, quindi, ad un processo di *autoregolazione* o *autobilanciamento*, il cui comportamento è definito di goal-seeking, e viene indicato con la lettera “B” (Bilanciamento).

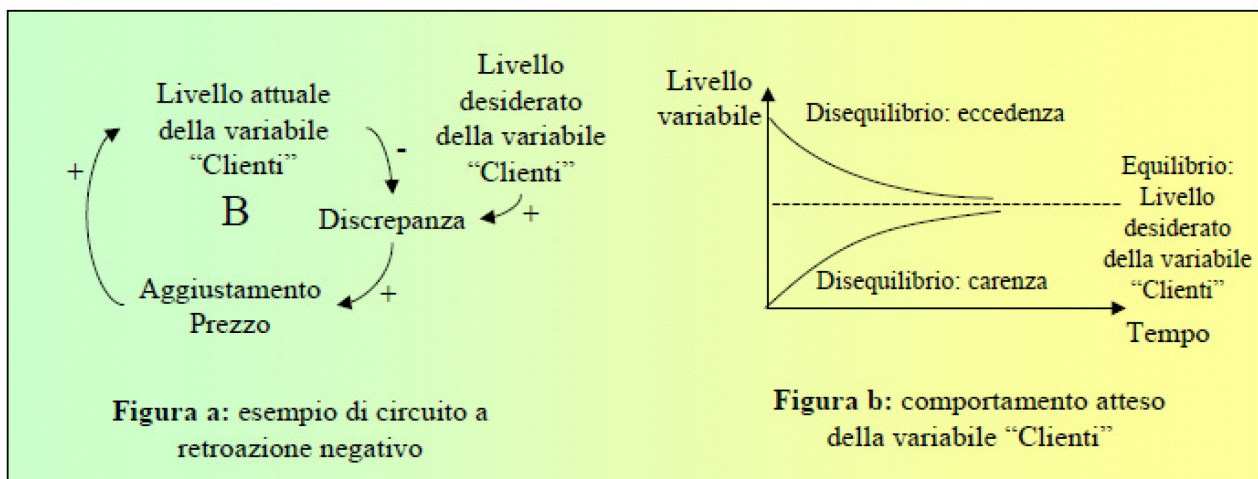


Figura 6-5: Esempio di circuito di retrazione negativo

Fonte: *Analisi dinamica dei sistemi aziendali*

Il comportamento che osserviamo quotidianamente in tali sistemi spesso differisce da quanto finora visto:

- Nei sistemi che tentiamo di gestire quotidianamente sono presenti numerosi ritardi, sia di natura materiale che informativa. Essi sono la causa delle oscillazioni che comunemente caratterizzano l'andamento di molte variabili chiave.
- I due tipi di feedback in precedenza menzionati possono essere presenti in numero superiore all'unità, essere eventualmente caratterizzati da non-linearità e combinarsi ed interfacciarsi in molteplici modalità.

I circuiti di retroazione negativi con ritardi temporali (Figura 6.6) sono caratterizzati da oscillazioni che possono essere classificate come la terza modalità fondamentale di comportamento in un sistema dinamico.

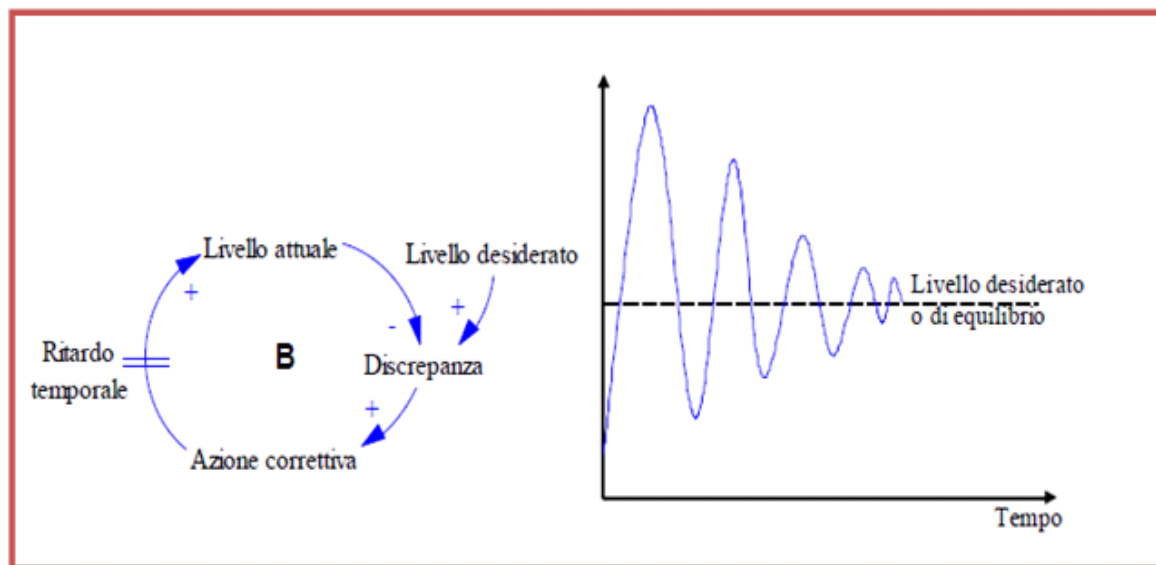


Figura 6-6: Esempio di circuito di retroazione negativa con ritardo
 Fonte : *Analisi dinamica dei sistemi aziendali*

In questa ipotesi lo stato del sistema viene posto a confronto con il suo livello desiderato e, sulla base di un gap eventualmente rilevato, azioni correttive verranno messe in atto. Tuttavia, a differenza di quanto riscontrato nel caso del semplice feedback negativo, in questa struttura potrebbe essere presente un numero variabile di ritardi di natura temporale: tale situazione implica che le azioni correttive possono continuare anche una volta raggiunto il livello desiderato, oltrepassandolo.

La rappresentazione dei circuiti di retroazione descritti precedentemente ha senso solo a condizione di introdurre la dimensione del *tempo* nell'analisi. Si rende, pertanto, necessario definire il termine generico *circuito di retroazione* con il termine, più preciso, di *circuito a retroazione di informazione* (Figura 6.7). Tale nozione aiuta a capire che esiste un ordine temporale nel modo in cui le variabili si influenzano reciprocamente: da alcune variabili che rappresentano lo stato di un sistema partono delle informazioni, tali informazioni giungono ad altre variabili che hanno il ruolo di retroagire sulle prime cambiando lo stato del sistema e creando le premesse per un nuovo ciclo di interazione.

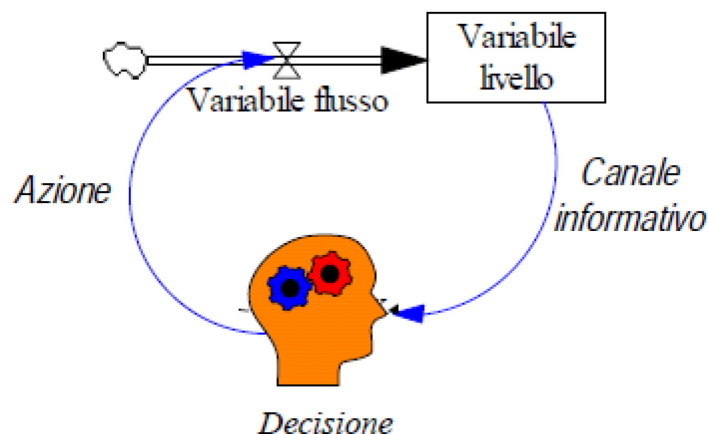


Figura 6-7: Circuito a retroazione di informazione
Fonte : *Analisi dinamica dei sistemi aziendali*

La Figura 6.7, oltre a rappresentare la struttura basilare dei circuiti a retroazione di informazione, suggerisce quali sono i quattro elementi fondamentali della struttura di un modello System Dynamics:

- Un insieme di *variabili livello* (Stock), rappresentate come contenitori, che descrivono lo stato di un sistema come accumulazione di azioni passate (ma costituiscono anche le risorse fondamentali sulla base delle quali sono possibili azioni future);
- Un insieme di *variabili flusso* (Flow), rappresentate come valvole che, raccogliendo le informazioni che scaturiscono dalle variabili livello, contengono le indicazioni per cambiare lo stato di queste ultime;
- Un tessuto di canali che trasportano le informazioni dalle variabili livello alle variabili flusso;
- Un insieme di decisioni o di funzioni di decisione che descrivono il modo in cui le informazioni circa lo stato delle variabili livello vengono utilizzate per azionare le variabili flusso.

Immaginando di bloccare lo scorrere del tempo e di congelare ogni azione, in un dato istante, si potrebbero osservare solo variabili livello, perché le variabili flusso, che sono

legate all'esistenza di un'azione in corso, scomparirebbero; tali variabili possono, infatti, essere descritte solo con riferimento ad un determinato intervallo temporale.

In *termini matematici* le variabili flusso sono le derivate rispetto al tempo delle variabili livello cui sono collegate, mentre le variabili livello sono gli integrali delle variabili flusso. Il legame che unisce questi due tipi di variabili è il processo di integrazione o, guardando dall'altro lato della medaglia, la differenziazione.

Un modello di System Dynamics può, quindi, essere matematicamente descritto da complessi sistemi di equazioni differenziali di ordine n-esimo.

6.2 ALCUNI STRUMENTI DELLA SYSTEM DYNAMICS

Nell'ambito della SD vengono utilizzati una serie di strumenti grazie ai quali ciascun individuo può:

- aumentare la consapevolezza sulle caratteristiche dinamiche dei sistemi di riferimento;
- formalizzare le conoscenze e le informazioni disponibili;
- sviluppare idonee policies e testare le decisioni prese affrontando diversi scenari gestionali;
- supportare un processo di apprendimento in ciascuna delle suddette situazioni.

6.2.1 Causal loop diagrams

I causal loop diagrams (CLD) sono delle mappe grafiche che rappresentano la struttura causale del sistema di riferimento. In particolare, un CLD consente di esplicitare e formalizzare le relazioni causali che legano un insieme di variabili appartenenti allo stesso sistema di riferimento, identificando in questo modo quali meccanismi di feedback siano attivi all'interno di tale sistema e ne producano, conseguentemente, le relative dinamiche.

I CLD sono degli strumenti estremamente efficaci in quanto²⁹:

²⁹ Cfr. J.D. Sterman (2000)

- costituiscono un primo approccio di carattere grafico al problema indagato, fornendone un'iniziale descrizione ed interpretazione basata su di una impostazione estremamente intuitiva;
- riescono a rappresentare sinteticamente ed efficacemente le ipotesi elaborate in relazione alle cause ritenute alla base delle dinamiche analizzate;
- evidenziano chiaramente i feedback individuati come fondamentali in relazione al problema preso in considerazione;
- risultano idonei ad esplicitare, indagare e formalizzare i modelli mentali degli attori aziendali coinvolti;
- favoriscono il processo di comunicazione e condivisione delle conoscenze tra gli appartenenti ad una comunità aziendale, poiché trasferiscono da uno all'altro le informazioni inerenti all'esistenza di feedback ritenuti responsabili dei problemi e delle dinamiche del sistema di riferimento.

Inoltre, un CLD è uno strumento concettuale che aiuta ad individuare e formalizzare un processo di tipo dinamico all'interno del quale l'effetto (o gli effetti) di una causa sono individuati e tracciati attraverso una serie di variabili fino alla stessa causa di origine. In definitiva, il vero valore aggiunto di tali mappe si ottiene quando è possibile legare tra di loro due o più variabili in modo tale che esse formino un ciclo (o circuito) chiuso, ovvero un loop.

Infine si richiamano due dei limiti che possono essere attribuiti ai CLD.

Essi, infatti, pur caratterizzandosi quali mappe di stampo logico-qualitativo di grande ausili, non sono idonei all'ottenimento di informazioni relative alle dinamiche quantitative od evolutive del sistema indagato e non consentono di evidenziare la differenza tra variabili stock e variabili flusso, ovvero tra l'accumulazione di risorse presenti in un sistema ed i loro tassi di cambiamento.

Questo secondo aspetto verrà esaminato nel paragrafo successivo in cui verranno presentate le mappe denominate *stock and flow diagrams*.

6.2.2 Stock and flow diagrams

Sebbene i CLD risultino particolarmente utili per la rappresentazione delle interdipendenze esistenti tra le variabili del sistema indagato e per l'individuazione all'interno di quello di meccanismi di feedback, tuttavia non sono in grado di rappresentare la struttura del sistema in termini di stock e flussi che la compongono.

Gli stock ed i flussi sono invece due elementi essenziali della metodologia della System Dynamics.

Più in dettaglio, ai fini della modellizzazione viene utilizzato un numero limitato di tipologie di variabili. Come già accennato, tali variabili sono indicate con i seguenti termini:

- *variabili stock*, che esprimono il livello, la massa delle risorse-chiave del sistema indagato;
- *variabili flusso*, che costituiscono le variazioni aumentative o diminutive delle variabili stock, con riferimento all'orizzonte temporale adottato per la simulazione;
- *variabili ausiliarie* che, essendo funzioni di altri stock nonché di input esogeni e di costanti, hanno lo scopo principale di accrescere la comprensibilità e la significatività di un'equazione di flusso³⁰.

In altre parole, le cosiddette “variabili livello” o “stock” indicano e servono ad esplicitare le risorse chiave che si intende controllare attraverso la predisposizione del modello, mentre le “variabili flusso” costituiscono la rappresentazione delle politiche gestionali dei decisori aziendali. A queste si aggiungono ulteriori variabili di input, ovvero “variabili ausiliarie”, esogene o costanti, necessarie alla ricostruzione dei nessi informativi determinanti per la corretta definizione delle equazioni di flusso.

³⁰ Deve essere a tal proposito messo in evidenza che la presenza di variabili ausiliarie non contraddice l'assunzione di base per la quale la struttura di un modello di system dynamics può essere espressa ricorrendo unicamente all'utilizzo di variabili di livello e di flusso. In questo senso, le equazioni ausiliarie possono considerarsi a tutti gli effetti delle scomposizioni algebriche dei tassi. Matematicamente, infatti, le variabili ausiliarie possono essere sempre eliminate, riducendo il modello ad un complesso di equazioni relative unicamente a stock e flussi. Pur corretta, comunque, una siffatta rappresentazione risulta maggiormente arida, difficilmente comprensibile e non facilmente modificabile.

Diviene quindi necessario disporre di uno strumento addizionale che permetta al modellista di indicare le singole componenti della struttura del sistema indagato, evidenziando immediatamente le diverse tipologie di variabili che lo compongono. Si tratta, in essenza, di identificare tramite particolari simboli le varie categorie di variabili rilevanti sotto osservazione e, in un secondo momento, di collegare tali variabili al fine di costituire mappe tese a mettere in luce le relazioni individuate ed i meccanismi di retroazione tra esse attivi. A tal fine, la SD si avvale dell'uso di mappe dette *stock and flow diagrams*. La rappresentazione che segue intende proporre una esemplificazione:



Figura 6-8: Esempio di “stock and flow diagrams”

Tali rappresentazioni forniscono immediate informazioni in termini di risorse coinvolte, interconnessioni tra di esse, direzione dei flussi delle variabili, ecc.

Dallo schema è possibile comprendere che in connessione con la variabile “magazzino merci” esistono dei flussi in entrata ed in uscita che determinano una variazione aumentativa o diminutiva del rispettivo valore numerico.

In tal senso, il magazzino merci viene incrementato grazie ai flussi di merci acquistate dai propri fornitori (variabile esogena che non viene rappresentata esplicitamente nel diagramma) e successivamente da questi consegnate all'azienda, mentre esso, parallelamente, risulta diminuito quando parte di quelle merci vengono prelevate dal magazzino per poi essere a loro volta vendute ai clienti dell'azienda.

In definitiva, questa tipologia di diagrammi costituisce un ulteriore passo avanti rispetto a quanto evidenziato nel caso dei CLD, poiché essi consentono ai soggetti coinvolti nel processo di indagine non solo di usufruire di uno strumento di supporto di natura qualitativa, al pari dei diagrammi di inferenza causale, ma indirizzano anche l'analisi nella

direzione di distinguere tra stock (rappresentati dalle variabili quadrettate come riportato nella figura precedente), flussi ed altre variabili ausiliarie.

6.2.3 L'applicazione utilizzata

La simbologia presentata in questo lavoro deriva dalla scelta del software utilizzato, il **Powersim Studio** della Powersim Software, software house norvegese. Tale software consente di rappresentare graficamente qualsiasi sistema complesso da analizzare mediante la metodologia della system dynamics, traducendo in modo trasparente all'utente le informazioni immesse nelle equazioni matematiche necessarie alla formulazione del modello vero e proprio.

Ogni elemento in un ciclo di retroazione, e quindi ogni elemento in un sistema, è o un livello oppure un flusso. I **livelli** sono le accumulazioni nel tempo mentre i **flussi** rappresentano attività, movimenti o variazioni che modificano nel corso del tempo i livelli. I flussi riempiono o esauriscono i livelli.

I **livelli** sono rappresentati da caselle (fig. 6.9) e indicano le accumulazioni che possono aumentare o diminuire nel tempo. I livelli possono essere modificati solamente attraverso i flussi.



Figura 6-9: Simbolo della variabile livello

I **flussi** sono azioni o processi che aggiungono (afflusso) o sottraggono le accumulazioni nel livello. Le nuvole (fig. 6.10) all'inizio e alla fine del flusso rappresentano la fonte e la fine della struttura. Il simbolo di nuvola indica quantità infinita e segna il confine del modello. Il flusso è rappresentato dalla doppia freccia e il cerchio sul flusso si comporta da valvola che controlla il flusso entrante e uscente.

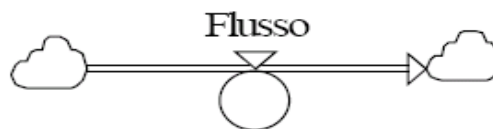


Figura 6-10: Simbolo della variabile flusso

Una **variabile ausiliaria** è usata per combinare o riformulare informazioni. E' un calcolo algebrico di alcune combinazioni di livelli, flussi o altri ausiliari.



Figura 6-11: Simbolo della variabile ausiliaria

Anche se le variabili ausiliarie possono sembrare delle accumulazioni, esse non hanno nessuna memoria diversamente dai livelli. Gli ausiliari sono usati per modellare informazioni, non il flusso fisico di beni, così essi cambiano senza dilazioni, istantaneamente.

Le **costanti** sono, diversamente dalle ordinarie variabili ausiliarie, costanti nel periodo di tempo della simulazione. Vengono rappresentate attraverso un rombo, come mostrato in figura 6.12



Figura 6-12: Simbolo della costante

Una costante è definita da un valore iniziale, e mantiene questo valore in tutta la simulazione, a meno che l'utente non cambi manualmente il valore.

I **collegamenti di informazioni** sono fatti fra costanti, ausiliari e livelli. Questi collegamenti hanno l'aspetto di connettori sottili, come mostrato in figura 6.13

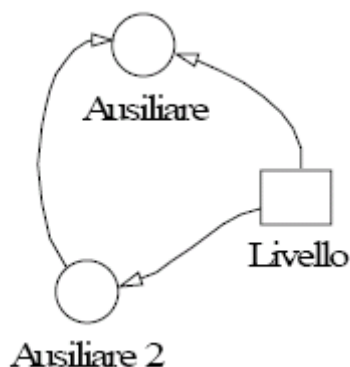


Figura 6-13: *Collegamenti d'informazione che connettono diverse variabili ausiliarie*

I collegamenti mostrano come gli elementi individuali del sistema sono messi insieme, chiudendo i cicli di retroazione. Si è già visto come i flussi cambiano i livelli riempiendoli o esaurendoli. I collegamenti di informazione possono trasferire di nuovo il valore del livello al flusso, indicando una dipendenza del flusso sul livello, così come la dipendenza del livello sul flusso.

Ad ogni variabile va, poi, associata un'equazione che permetta al calcolatore di determinare il valore delle variabili e la loro variazione nel tempo

6.3 L'APPLICAZIONE AL SUPPLY CHAIN RISK MANAGEMENT

La simulazione è un importante strumento di supporto alle decisioni che offre l'opportunità di vedere funzionare il proprio sistema in un computer.

In particolare, la simulazione è un processo mediante il quale viene rappresentato il comportamento di un sistema reale e la sua dinamica nel tempo, valutando mediante sperimentazioni la reazione del sistema a stimoli esterni e interni differenti. In particolare, la simulazione, in campo aziendale, rappresenta una vera e propria metodologia decisionale con cui si analizzano le caratteristiche di un sistema reale al fine di comprenderne i meccanismi di funzionamento necessari per prevedere il suo sviluppo futuro e per mettere a punto le più opportune linee di comportamento.

In particolare i modelli di simulazione consentono di valutare a priori le prestazioni ottenibili dal sistema considerato prima ancora di procedere alla sua realizzazione o

modifica. In questo modo è possibile prevedere il comportamento del sistema al variare di condizioni e parametri, valutare tutti gli indicatori di performance tecnici ed economici, trovare le soluzioni più opportune riducendo i costi di investimento e di esercizio e limitando i rischi.

Numerose sono le simulazioni realizzabili, riferite sia al sistema aziendale inteso complessivamente, sia a singole parti opportunamente definite, finalizzate a supportare i processi decisionali ai vari livelli organizzativi. In generale non esistono vincoli o restrizioni nella scelta del campo di applicazione della simulazione.

6.3.1 Modellazione in System Dynamics

In linea generale un sistema di simulazione è composto da tre elementi:

- una base di dati, che contiene i dati sullo stato iniziale del sistema reale;
- un modello, che rappresenta lo schema logico di funzionamento del sistema reale;
- un'interfaccia, ossia il mezzo di interazione fra il decisore e il sistema di simulazione.

Il nucleo centrale del percorso di simulazione è rappresentato dalla definizione e dall'elaborazione del modello concettuale e formale di rappresentazione del sistema reale complesso³¹, che mette in evidenza le principali componenti e i più significativi caratteri di funzionamento del sistema. Vengono in altri termini esplicitate le condizioni di variabilità del sistema, le cause che generano le modifiche nel tempo, la natura delle relazioni di causa-effetto.

Nella fase di costruzione del modello teorico è fondamentale il ruolo del soggetto decisore che deve stabilire in base a quali grandezze intende studiare il sistema, e cioè quali siano le variabili più significative per analizzare la dinamica del sistema.

³¹ I modelli possono essere classificati in base alla funzione svolta a supporto del processo decisionale in: a) modelli previsionali, b) modelli predittivi, c) modelli valutativi, d) modelli di ottimizzazione. Nell'ambito dei modelli predittivi si collocano i modelli matematici di simulazione, cioè modelli "in grado di fornire i risultati di ipotesi alternative (*what-if*) formulate dal decisore, ove non è necessario formalizzare gli obiettivi e la soluzione è cercata per approssimazioni successive" (Bartezzaghi-Mariotti, 1984).

La simulazione, a differenza degli altri strumenti di supporto alle decisioni, favorisce un processo decisionale basato su una serie di esperimenti mediante i quali il sistema analizzato si adatta all'ambiente oppure apprende dalle scelte passate per modificare il comportamento futuro: si tratta, dunque, di un modello di adattamento all'ambiente basato sul "principio omeostatico con apprendimento", che conduce alla decisione soddisfacente mediante degli aggiustamenti successivi (D'Amato, 1985).

Uno degli aspetti più interessanti della simulazione è che essa non produce una soluzione ottimale, ma permette di analizzare il comportamento di un sistema sulla base di ipotesi diverse, determinando linee alternative di comportamento, tra cui individuare la soluzione soddisfacente.

In sede decisionale la realizzazione di diverse simulazioni, relative a scenari alternativi dell'evoluzione prospettica, è una operazione preliminare alla formulazione degli obiettivi da porre alla base dell'operato aziendale.

In altri termini la simulazione può essere vista sia come strumento di supporto delle decisioni aziendali, sia come attività preliminare di verifica delle ipotesi-obiettivo che l'azienda si è posta. La simulazione si configura come uno strumento a disposizione dell'azienda per relazionarsi in modo diverso con l'ambiente esterno e per ridurre in parte il grado di incertezza che le situazioni complesse presentano. Infatti lo strumento permette di seguire una logica probabilistica, potendo il decisore formulare un insieme di scenari futuri basati su ipotesi che hanno un diverso grado di realizzazione.

Per la realizzazione del processo di simulazione il passaggio fondamentale, si è detto, è rappresentato dalla costruzione del modello di simulazione, come modello, prima concettuale poi formale, di rappresentazione del funzionamento di un sistema reale.

Il modello di simulazione può essere rappresentato come un insieme di regole e relazioni che descrivono un sistema reale con un grado maggiore o minore di approssimazione alla realtà, mettendo in luce le molteplici relazioni di *feedback* che hanno luogo nell'ambito di un sistema reale.

Molti modelli di simulazione contengono variabili che cambiano continuamente. In altri modelli i cambiamenti delle variabili avvengono gradualmente in un periodo di tempo esteso; tuttavia esse possono essere trattate come continue.

Le variabili continue sono spesso chiamate *variabili di stato*. Un **modello di simulazione continuo** definisce le equazioni per relazionare fra loro le variabili di stato cosicché i comportamenti dinamici del sistema possono essere studiati nel corso del tempo.

Una metodologia per simulare i sistemi continui è un'*activity-scanning approach* in cui il tempo è suddiviso in piccole parti. Le equazioni che definiscono il modello sono usate per determinare come le variabili di stato cambiano durante un periodo di tempo.

Una specifica metodologia di simulazione continua è la **system dynamics (SD)** ovvero **dinamica dei sistemi**, già ampiamente descritta nel capitolo precedente.

In quest'ottica, la definizione e l'implementazione del modello richiedono la determinazione, in modo chiaro, dei seguenti aspetti:

- a) i fattori chiave rispetto al problema da affrontare con la simulazione, il cui configurarsi definisce la situazione di partenza del sistema indagato³²;
- b) le relazioni di causa-effetto che legano i diversi fattori chiave;
- c) i ritardi temporali con cui gli effetti si manifestano rispetto alle cause che li hanno scatenati;
- d) le leve che il *management* può utilizzare per incidere sui fattori chiave e modificare la situazione di partenza del sistema.

Il modello, che fornisce una rappresentazione statica del sistema reale espressa in linguaggi diversi, diventa così dinamico mediante:

- la definizione di una situazione di partenza (base di dati);
- la formulazione di ipotesi di azione future (dette anche leve: ogni loro possibile combinazione rappresenta una diversa analisi what-if)) e la loro espressione numerica;
- l'analisi dei risultati o *output*.

Dal punto di vista formale il modello di simulazione può essere rappresentato mediante:

- a) una descrizione verbale che ne metta in evidenza le variabili esplicative del comportamento;

³² I *fattori chiave* possono essere distinti in *primari*, quelli che definiscono il problema da risolvere, *collegati*, quelli che “sono presupposto per la manovra dei primi”.

- b) i diagrammi di causa-effetto che esplicitano le natura dei circuiti di feed-back e le relazioni tra le variabili;
- c) i diagrammi di flusso che rappresentano una descrizione più dettagliata delle relazioni tra le variabili;
- d) le equazioni del modello che rappresentano in modo formale e matematico le relazioni e permettono la simulazione del comportamento del sistema tramite computer.

6.4 IL RISCHIO DI FORNITURA

Per fornitura si intende l'evasione, da parte dell'azienda, degli ordini dei clienti pertanto il rischio di fornitura è da intendersi come la possibilità di non evadere tali ordini.

Data l'assunzione di questo rischio, per poterlo gestire, si procederà a rappresentare tutte le variabili che interagiscono con l'evasione degli ordini, prima in forma aggregata attraverso un diagramma di Ishikawa in cui verranno riportate tutte le cause potenziali che determinano come effetto la non evasione degli ordini, poi in forma "esplosa" attraverso un causal loop diagram all'interno del quale verranno considerate tutte le variabili tipiche di una supply chain che interagiscono tra di loro ed, a loro volta, con gli ordini evasi. Grazie a queste rappresentazioni sarà possibile individuare quali sono i fattori, sia interni che esterni all'azienda, che principalmente comportano un rischio nella consegna dei prodotti ai clienti ed, attraverso la simulazione, in cui verranno eseguiti più scenari "what-if" variando tali fattori chiave, si potrà valutare la miglior politica di gestione del rischio di fornitura.

6.4.1 Il diagramma di Ishikawa

La ricerca delle cause determinanti un problema è condizione indispensabile per la sua soluzione. Solo individuando le vere cause è possibile, infatti, determinare le opportune azioni di miglioramento finalizzate alla loro eliminazione. Ciò s'inquadra in quell'ottica di

“prevenzione” dei problemi attraverso azioni sulle cause che li generano, anziché di “correzione” degli stessi.

Nell’ambito della gestione dei rischi di supply chain, questo strumento ha permesso di identificare, riunire e mostrare facilmente le cause possibili che hanno originato, come effetto, la mancata evasione degli ordini.

Nella figura 6.14 è rappresentato il diagramma di Ishikawa relativo al caso in esame.

Le cause dirette sono state distinte in cinque tipologie, relative agli aspetti caratteristici di un processo produttivo:

- *Manodopera*
- *Macchine*
- *Qualità*
- *Domanda*
- *Logistica* (interna ed esterna)
- *Ambiente esterno* (è da intendersi la concorrenza)

Come è possibile osservare dal diagramma, queste cause principali, a loro volta, rappresentano effetti determinati da altrettante cause non direttamente imputabili all’effetto principale, ovvero alla mancata evasione degli ordini, ma sicuramente dirette per manodopera, macchine, qualità, domanda e logistica.

Attraverso il diagramma causa-effetto vengono rappresentate solo le cause che potenzialmente potrebbero determinare la non evasione degli ordini ma non tutte le variabili aziendali che si relazionano tra loro e con gli ordini inevasi. Si necessita, pertanto, di una modellizzazione qualitativa, ove si definiscano le relazioni di causa-effetto tra tutte le variabili in gioco ed, a loro volta, tra queste ed il rischio di fornitura.

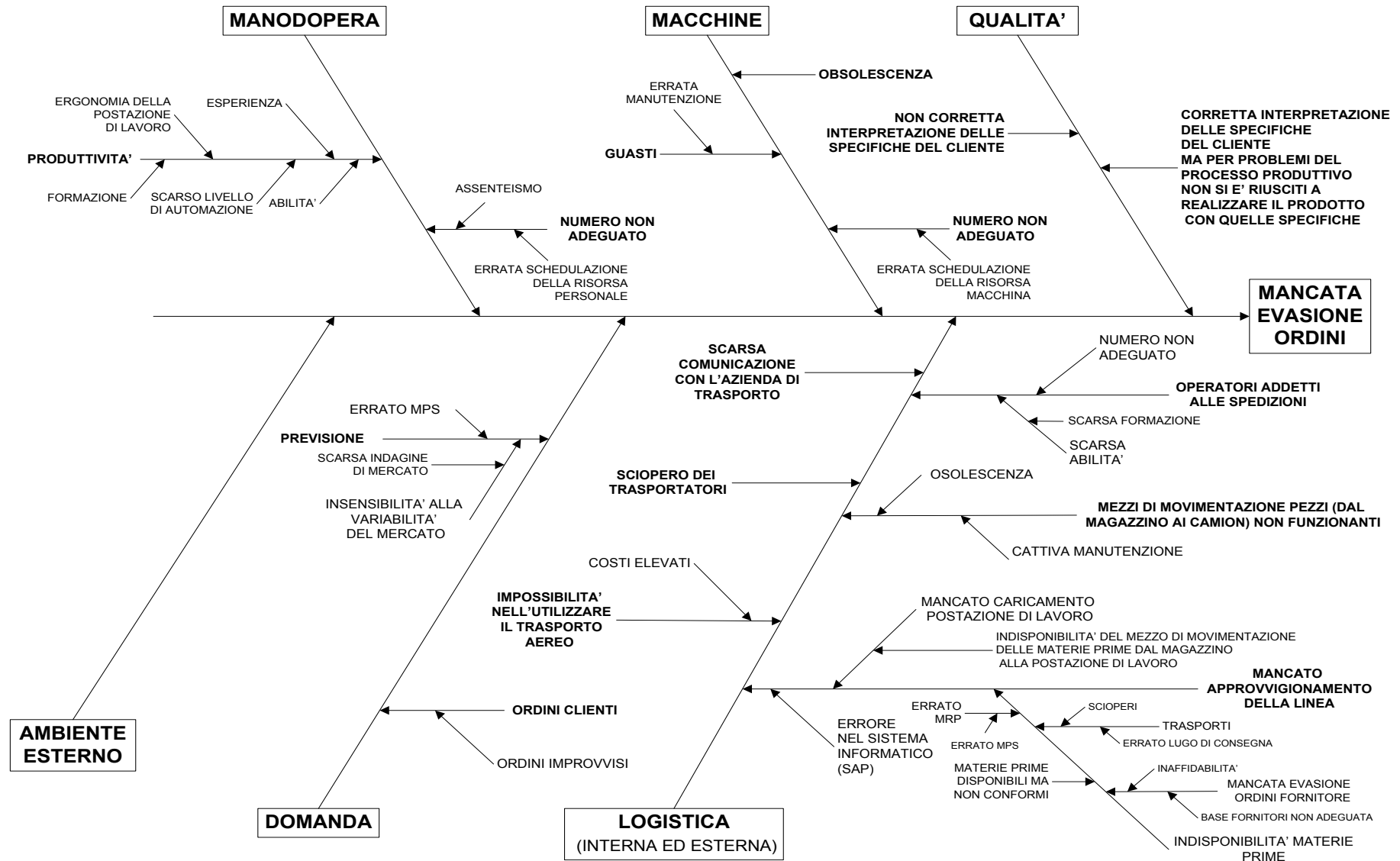


Figura 6-14 – Diagramma di Ishikawa

6.4.2 Il causal loop diagram

I causal loop diagrams (CLD) sono delle mappe grafiche che rappresentano la struttura causale del sistema di riferimento. In particolare, un CLD consente di esplicitare e formalizzare le relazioni causali che legano un insieme di variabili appartenenti allo stesso sistema di riferimento, identificando in questo modo quali meccanismi di feedback siano attivi all'interno di tale sistema e ne producano, conseguentemente, le relative dinamiche.

Il CLD, essendo uno strumento di modellizzazione qualitativa, consente una buona base di comprensione e condivisione delle principali determinanti della variabile da analizzare, sottesa al contesto di riferimento.

In questo caso, il contesto di riferimento, come è possibile osservare dalla figura 6.15, è rappresentato da una supply chain e dal suo complesso intreccio di relazioni causa-effetto tra le variabili tipiche, mentre l'elemento chiave su cui queste variabili hanno influenza è il rischio di fornitura, rappresentato nel CLD attraverso la variabile *ordini evasi*.

Per come è definito, un rischio di supply chain va a relazionarsi con le diverse aree della catena comportando problematiche, di diversa natura, a tutte le funzioni aziendali.

Pertanto, il CLD rappresentato è stato realizzato considerando le relazioni tra tutte le variabili che si riscontrano nelle seguenti funzioni aziendali:

- *Funzione logistica;*
- *Funzione produzione;*
- *Funzione qualità;*
- *Funzione finanziaria;*
- *Funzione di marketing.*

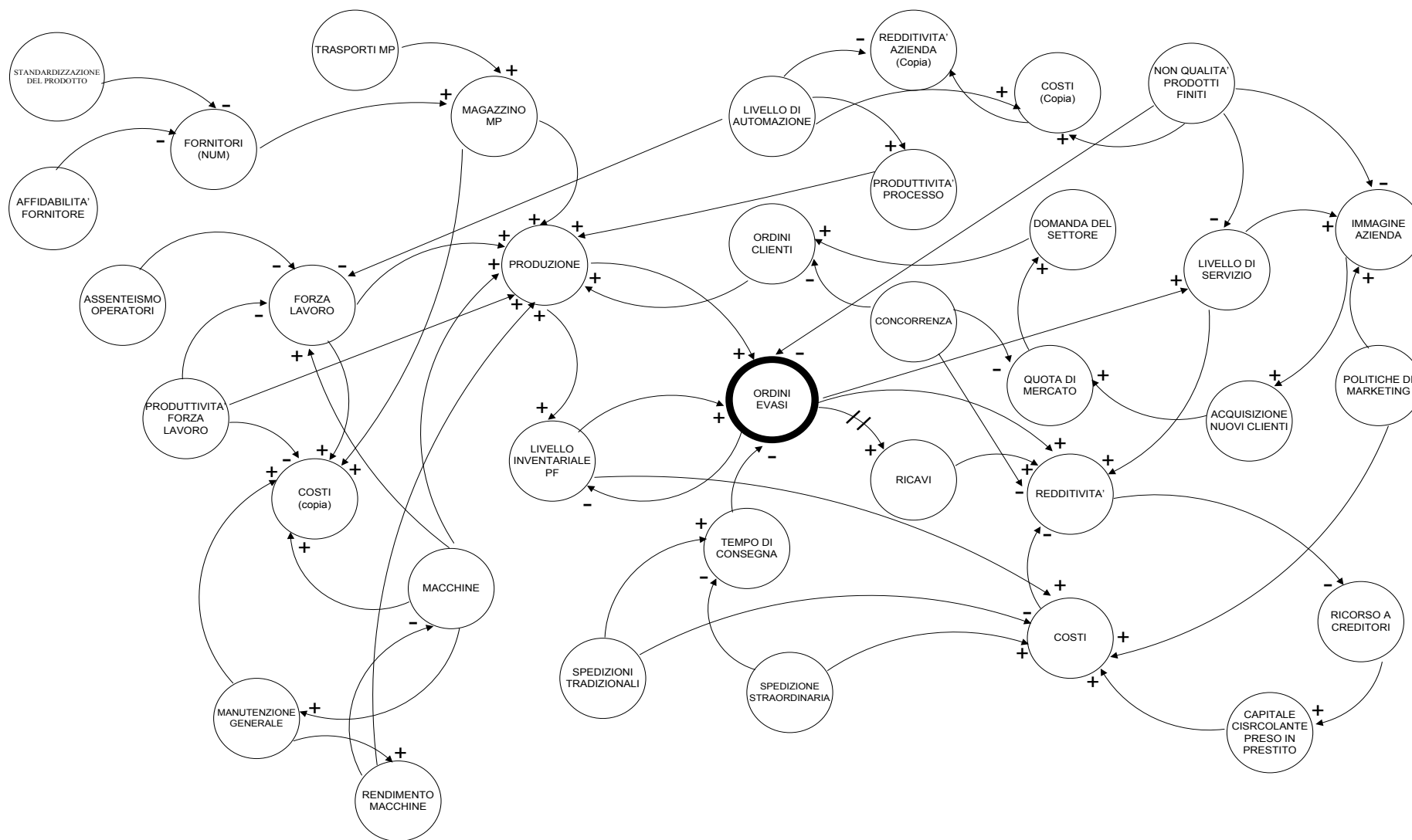


Figura 6-15 - Causal loop diagram

6.4.3 Il modello logico

Il causal loop diagram, rappresentativo della supply chain, è stato tradotto, mediante l'utilizzo del software Powersim Studio, in uno stock and flow diagram (Fig. 6.16) sul quale saranno, successivamente, effettuate le sperimentazioni.

Nel presente modello sono state riportate le variabili sotto forma di flussi, livelli, ausiliarie e costanti con le rispettive equazioni ed i rispettivi valori di inizializzazione.

L'obiettivo della sperimentazione sarà quello di trovare la miglior politica gestionale in grado di ridurre gli ordini inevasi considerando il giusto trade-off tra costi e ricavi.

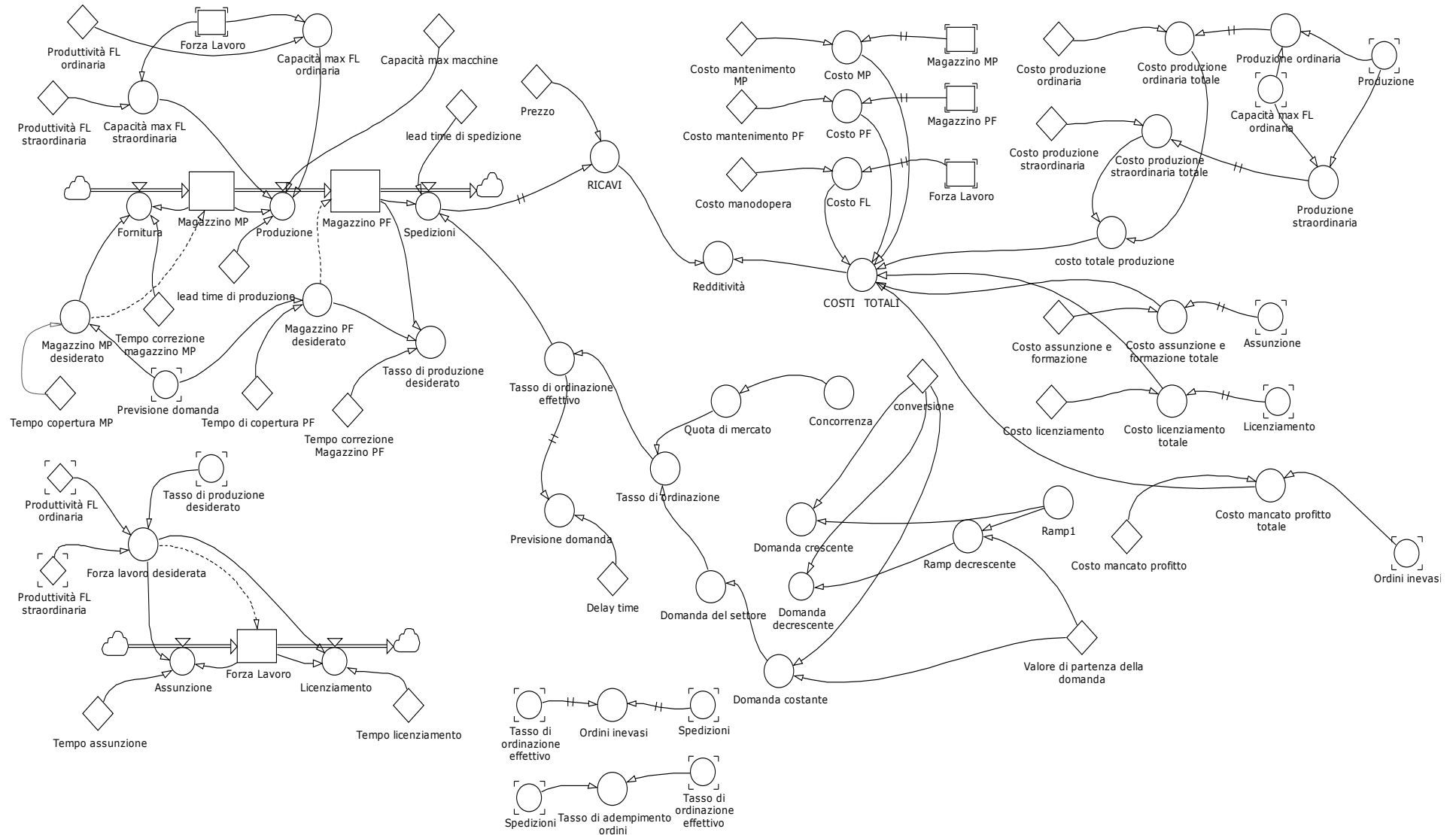


Figura 6-16 - Stock and flow diagram

Gli altri dati necessari alla costruzione del modello sono dati dalla definizione dei flussi, dei livelli, delle variabili ausiliarie e delle costanti, considerate come ipotesi del modello, rappresentative di una supply chain generica e facilmente modificabili se necessario:

Flussi

- ✓ fornitura = $\text{MAX}((\text{'Magazzino MP desiderato'} - \text{'Magazzino MP'}) / \text{'Tempo correzione magazzino MP'}; 0 << \text{wdg/wk} >>)$;
- ✓ produzione = $\text{MAX}(\text{MIN}(\text{'Capacità max FL ordinaria'} + \text{'Capacità max FL straordinaria'}; \text{'Capacità max macchine'}; \text{'Magazzino MP'} / \text{'lead time di produzione'}); 0 << \text{wdg/wk} >>)$;
- ✓ spedizioni = $\text{MAX}(\text{MIN}(\text{'Tasso di ordinazione effettivo'}; \text{'Magazzino PF'} / \text{'lead time di spedizione'}); 0 << \text{wdg/wk} >>)$;
- ✓ assunzione = $\text{MAX}((\text{'Forza lavoro desiderata'} - \text{'Forza Lavoro'}) / \text{'Tempo assunzione'}; 0 << \text{people/wk} >>)$;
- ✓ licenziamento = $\text{MAX}((\text{'Forza Lavoro'} - \text{'Forza lavoro desiderata'}) / \text{'Tempo licenziamento'}; 0 << \text{people/wk} >>)$.

Livelli

- ✓ magazzino MP = 'Magazzino MP desiderato';
- ✓ magazzino PF = 'Magazzino PF desiderato';
- ✓ forza lavoro = 'Forza lavoro desiderata'.

Ausiliarie

- ✓ magazzino MP desiderato = 'Previsione domanda' * 'Tempo copertura MP';
- ✓ magazzino PF desiderato = 'Previsione domanda' * 'Tempo di copertura PF';
- ✓ previsione della domanda = $\text{DELAYINF}(\text{'Tasso di ordinazione effettivo'}; \text{'Delay time'}; 3; \text{'Tasso di ordinazione effettivo'})$;
- ✓ ricavi = $\text{INTEGRATE}(\text{Spedizioni}) * \text{Prezzo}$;
- ✓ costi = 'Costo FL' + 'Costo MP' + 'Costo PF' + 'costo totale produzione' + 'Costo assunzione e formazione totale' + 'Costo licenziamento totale' + 'Costo mancato profitto totale';
- ✓ costo FL = $\text{INTEGRATE}(\text{'Forza Lavoro'}) * \text{'Costo manodopera'}$;
- ✓ costo MP = $\text{'Costo mantenimento MP'} * \text{INTEGRATE}(\text{'Magazzino MP'})$;
- ✓ costo PF = $\text{INTEGRATE}(\text{'Magazzino PF'}) * \text{'Costo mantenimento PF'}$;

- ✓ costo totale di produzione = 'Costo produzione ordinaria totale'+ 'Costo produzione straordinaria totale';
- ✓ costo produzione ordinaria totale = INTEGRATE('Produzione ordinaria')* 'Costo produzione ordinaria';
- ✓ produzione ordinaria = MIN('Capacità max FL ordinaria';Produzione);
- ✓ costo produzione straordinaria totale = INTEGRATE('Produzione straordinaria')* 'Costo produzione straordinaria';
- ✓ produzione straordinaria = MAX(Produzione-'Capacità max FL ordinaria';0<<wdg/wk>>);
- ✓ costo assunzione e formazione totale = INTEGRATE(Assunzione)* 'Costo assunzione e formazione';
- ✓ costo licenziamento totale = INTEGRATE(Licenziamento)* 'Costo licenziamento';
- ✓ costo mancato profitto totale = 'Costo mancato profitto'* 'Ordini inevasi';
- ✓ redditività = RICAVI-'COSTI TOTALI';
- ✓ tasso di produzione desiderato = MAX(('Magazzino PF desiderato'-'Magazzino PF')/'Tempo correzione Magazzino PF';0<<wdg/wk>>);
- ✓ tasso di ordinazione = MAX('Domanda del settore'* 'Quota di mercato';30<<wdg/wk>>);
- ✓ tasso di ordinazione effettivo = MAX(NORMAL('Tasso di ordinazione';100<<wdg/wk>>);30<<wdg/wk>>);
- ✓ quota di mercato = 1-concorrenza;
- ✓ concorrenza =80%;
- ✓ domanda del settore = 'Domanda crescente' or 'Domanda costante' or 'Domanda decrescente' ;
- ✓ domanda crescente = Ramp1/conversione;
- ✓ domanda costante = 'Valore di partenza della domanda'/conversione;
- ✓ domanda decrescente = MAX('Ramp decrescente'/conversione;0<<wdg/wk>>);
- ✓ ramp decrescente = 'Valore di partenza della domanda'-Ramp1;
- ✓ ramp1 = RAMP(50<<wdg/wk>>;STARTTIME);

- ✓ forza lavoro desiderata = $\text{MIN}(\text{MAX}(\text{'Tasso di produzione desiderato'}/(\text{'Produttività FL ordinaria'} + \text{'Produttività FL straordinaria'}); 10 \ll \text{people} \gg); 30 \ll \text{people} \gg);$
- ✓ capacità max FL ordinaria = $\text{'Forza Lavoro'} * \text{'Produttività FL ordinaria'}$;
- ✓ capacità max FL straordinaria = $\text{'Forza Lavoro'} * \text{'Produttività FL straordinaria'}$;
- ✓ ordini inevasi = $\text{MAX}(\text{INTEGRATE}(\text{'Tasso di ordinazione effettivo'} - \text{Spedizioni}); 0 \ll \text{wdg} \gg);$
- ✓ tasso adempimento ordini = $\text{Spedizioni}/\text{'Tasso di ordinazione effettivo'}$.

Costanti

- ✓ produttività FL ordinaria = $100 \text{ [wdg/(wk*people)]}$;
- ✓ produttività FL straordinaria = $0 \text{ [wdg/(wk*people)]}$;
- ✓ tempo correzione magazzino MP = 2 [wk] ;
- ✓ tempo correzione magazzino PF = 4 [wk] ;
- ✓ lead time di produzione = 1 [wk] ;
- ✓ lead time di spedizione = 1 [wk] ;
- ✓ tempo copertura MP = 4 [wk] ;
- ✓ tempo copertura PF = 4 [wk] ;
- ✓ capacità max macchine = 5.000 [wdg/wk]
- ✓ tempo assunzione = 2 [wk] ;
- ✓ tempo licenziamento = 2 [wk] ;
- ✓ prezzo = 100 [euro/wdg] ;
- ✓ costo mantenimento MP = $4 \text{ [euro/(wdg*wk)]}$;
- ✓ costo mantenimento PF = $2 \text{ [euro/(wdg*wk)]}$;
- ✓ costo produzione ordinaria = 10 [euro/wdg] ;
- ✓ costo produzione straordinaria = 13 [euro/wdg] ;
- ✓ costo manodopera = $300 \text{ [euro/(wk*people)]}$;
- ✓ costo assunzione e formazione = $500 \text{ [euro/people]}$;
- ✓ costo licenziamento = $1.000 \text{ [euro/people]}$;
- ✓ costo mancato profitto = 50 [euro/wdg] ;
- ✓ conversione = 1 [wk] ;
- ✓ valore di partenza della domanda = 12.850 [wdg] ;

✓ delay time = 10 [wk].

6.5 I RISULTATI DELLA SPERIMENTAZIONE

La sperimentazione è stata eseguita andando a considerare come scenari principali quelli rappresentativi delle fasi fondamentali del ciclo di vita del prodotto ovvero fase di sviluppo, maturità e declino.

In particolare, le simulazioni sono state realizzate nel caso di:

- domanda del settore crescente;
- domanda del settore costante;
- domanda del settore decrescente.

Per ciascuno di questi scenari “what-if”, ai fini della riduzione degli ordini inevasi, sono stati fatti variare, durante tutto il periodo della simulazione, fissato pari ad un anno (4 trimestri), i parametri più significativi, quelli che maggiormente incidevano sull’evasione degli ordini.

In base a delle considerazioni di natura sia tecnica che economica, tali parametri sono risultati:

- tempo di copertura magazzino materie prime;
- tempo di copertura magazzino prodotti finiti.

Entrambi i parametri sono fissati, come valore di inizializzazione, a 4 settimane per tutti e tre gli scenari. Le simulazioni consisteranno, infatti, nel variare di volta in volta questi valori e verificare se ci sono stati dei miglioramenti rispetto alle condizioni di inizializzazione.

6.5.1 Scenario 1

CASO A

- DOMANDA CRESCENTE
- TEMPO COPERTURA MP = 4 WK
- TEMPO COPERTURA PF = 4,5 WK

Sotto queste condizioni si è osservato che il tasso di adempimento ordini oscilla tra il 20% ed il 100%.

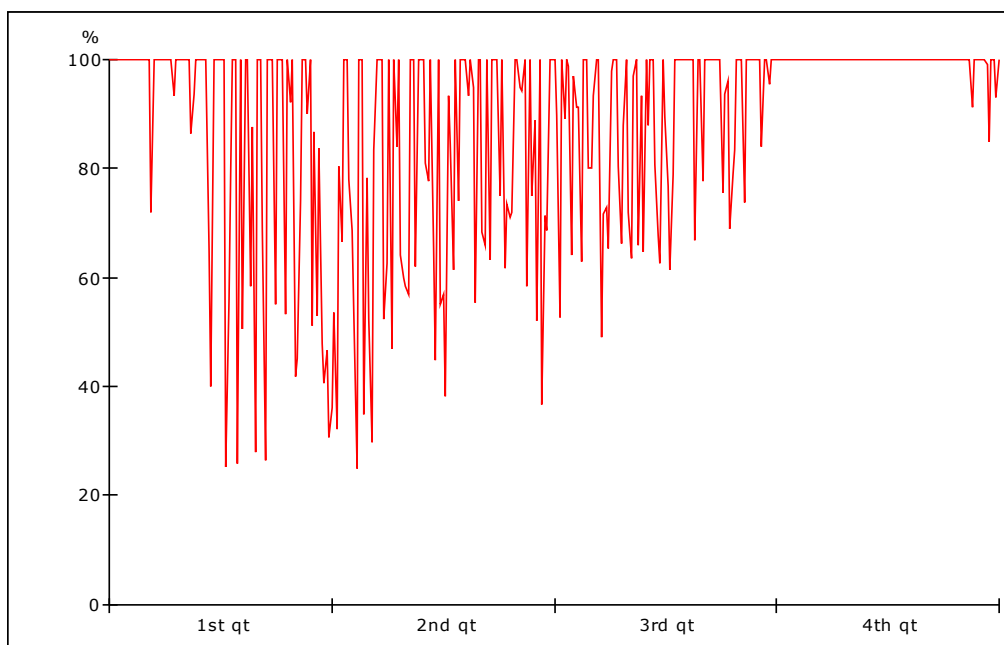


Figura 6-17: *Tasso di adempimento ordini*

Ciò è indice del fatto che gli ordini inevasi crescono durante tutto il periodo della simulazione. Se si guarda al grafico dei costi è possibile osservare che la voce relativa al costo di mancato profitto è molto alta anche se nel complesso, comunque, la redditività è aumentata del 3% rispetto alla situazione relativa allo scenario 1 nelle condizioni iniziali (TC PF = 4 wk).

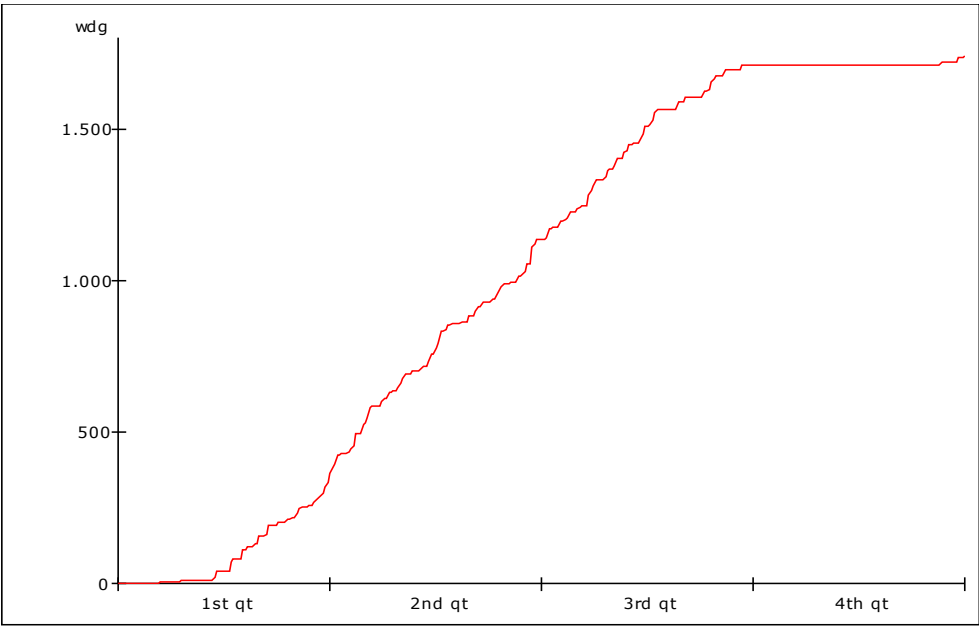


Figura 6-18: *Andamento ordini inevasi*

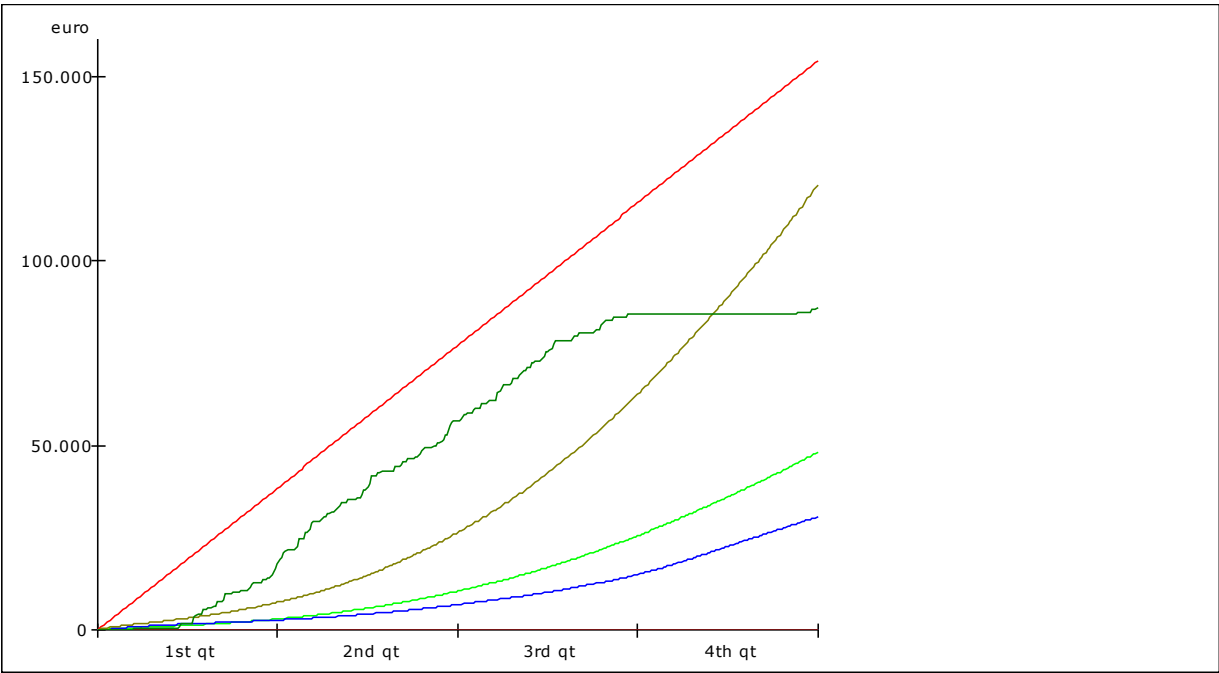


Figura 6-19: *Andamento dei costi*

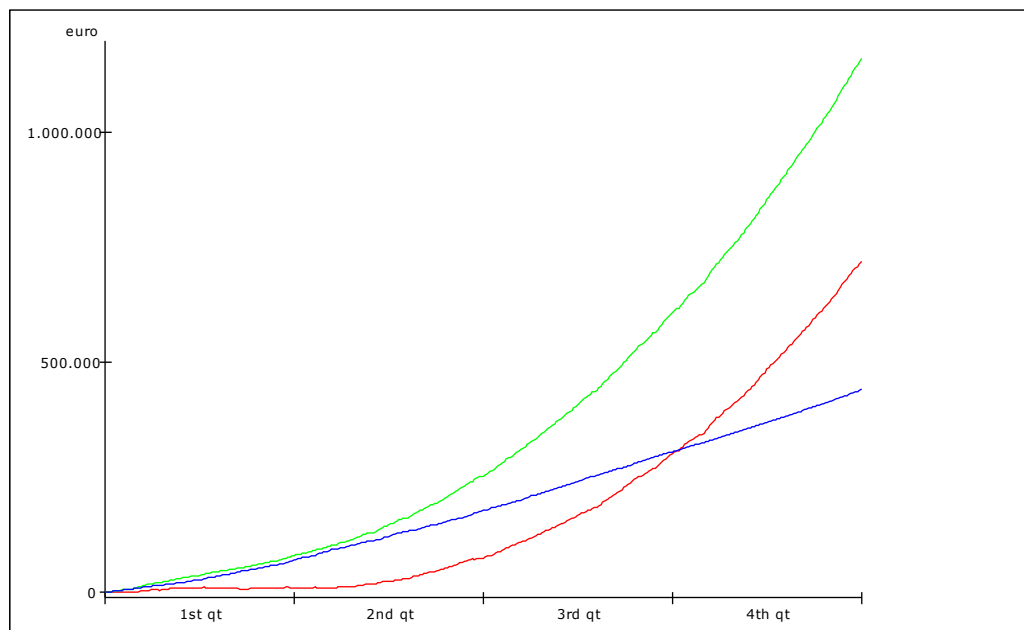


Figura 6-20: Andamento redditività

L'obiettivo è ridurre gli ordini inevasi, per cui si è deciso di aumentare ancora il parametro tempo copertura PF. Infatti, nel CASO B, di seguito descritto, è stato aumentato tale valore e si è andati a valutare se in effetti si sono riscontrati miglioramenti.

CASO B

- DOMANDA CRESCENTE
- TEMPO COPERTURA MP = 4 WK
- TEMPO COPERTURA PF = 6 WK

Con questo nuovo valore del parametro tempo copertura PF è stato possibile osservare che la situazione è addirittura peggiorata in termini di redditività. Infatti ad una esigua riduzione degli ordini inevasi, che ha comportato una leggera diminuzione dei costi di mancato profitto, è corrisposto un aumento dei costi di mantenimento dei prodotti finiti che ha ridotto la redditività dell'azienda dello 0.5%. Pertanto, relativamente alla variazione del solo parametro TC PF la situazione migliore risulta quella rappresentata nel caso A

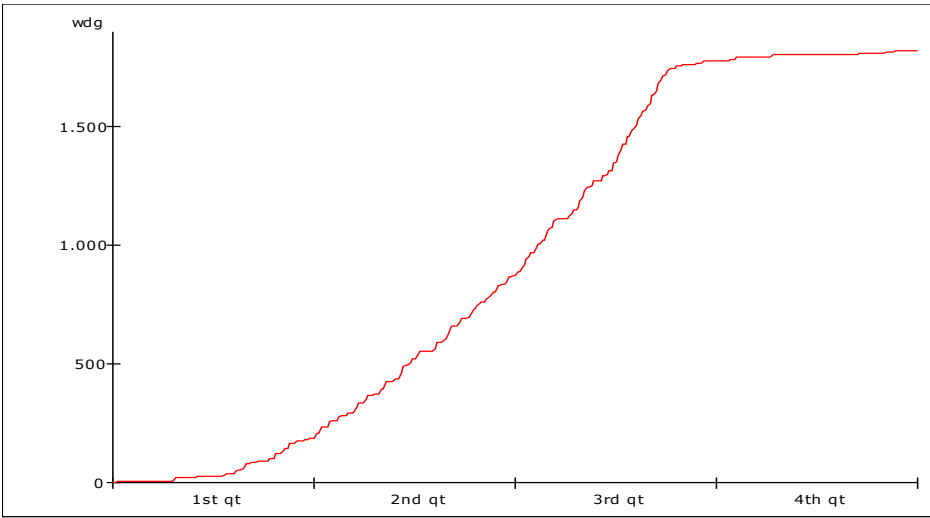


Figura 6-21: *Andamento ordini inevasi*

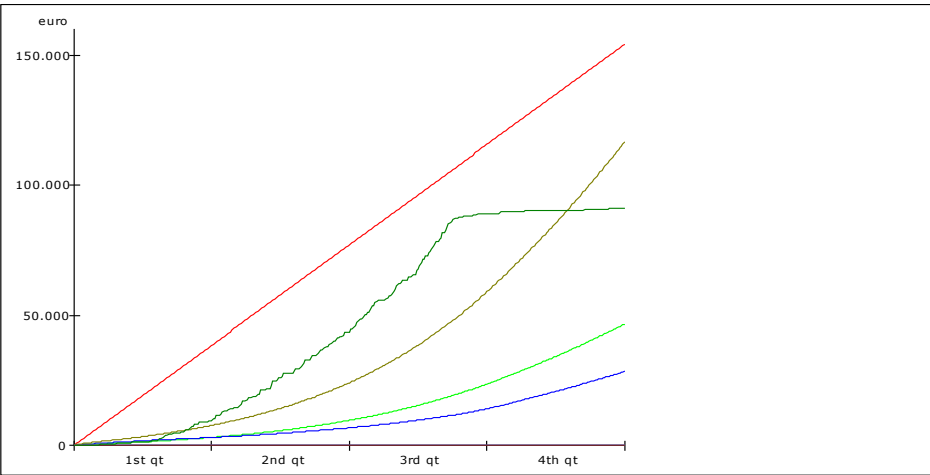


Figura 6-22: *Andamento dei costi*

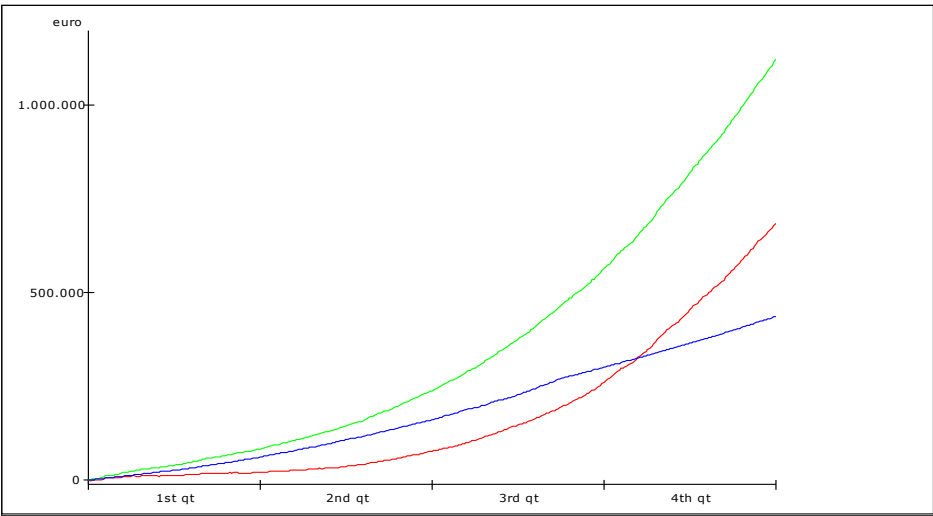


Figura 6-23: *Andamento redditività*

A questo punto si è pensato che la mancata evasione degli ordini fosse imputabile ad un livello di MP non adeguato. Tale considerazione è nata osservando che la produzione è limitata proprio da una mancanza di MP. La produzione non si adegua al tasso di ordinazione proprio perché non si ha a magazzino un livello di materie prime da permettere all'azienda di produrre quanto richiesto.

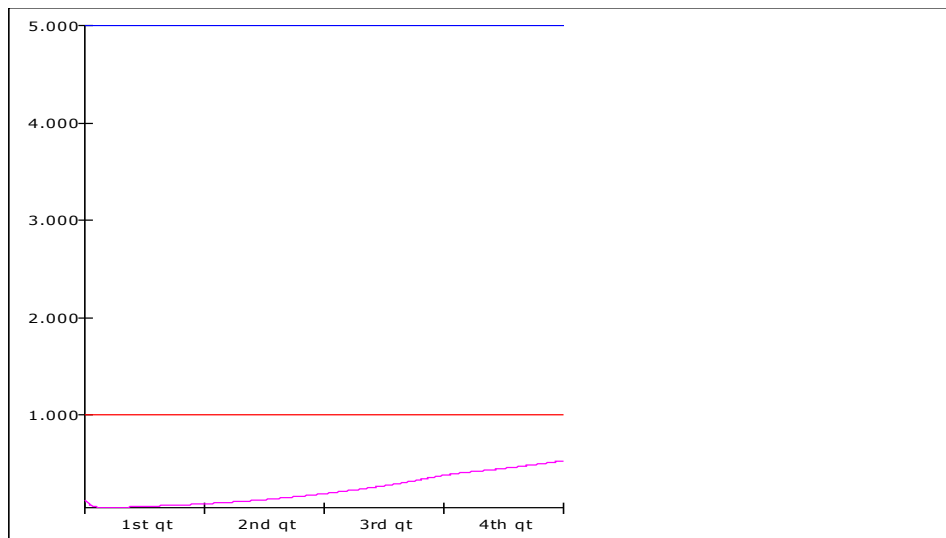


Figura 6-24: Confronto tra capacità produttive

Per cui il prossimo caso riguarderà la variazione del TC MP da 4 wk a 6 wk.

CASO A.1

- DOMANDA CRECENTE
- TEMPO COPERTURA MP = 6 WK
- TEMPO COPERTURA PF = 4,5 WK

Il tasso di adempimento ordini risulta nettamente migliorato, infatti dopo il primo trimestre si riesce ad evadere tutti gli ordini.

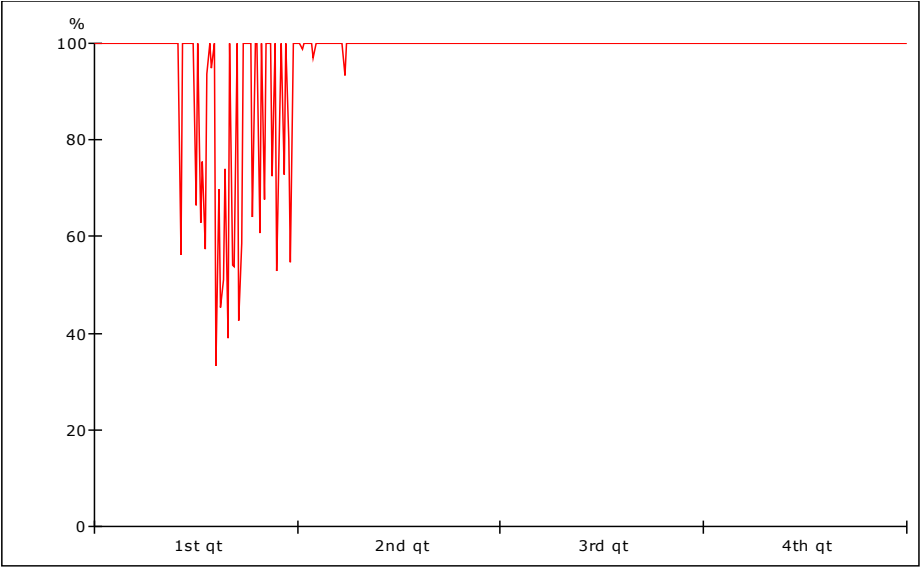


Figura 6-25: *Tasso di adempimento ordini*

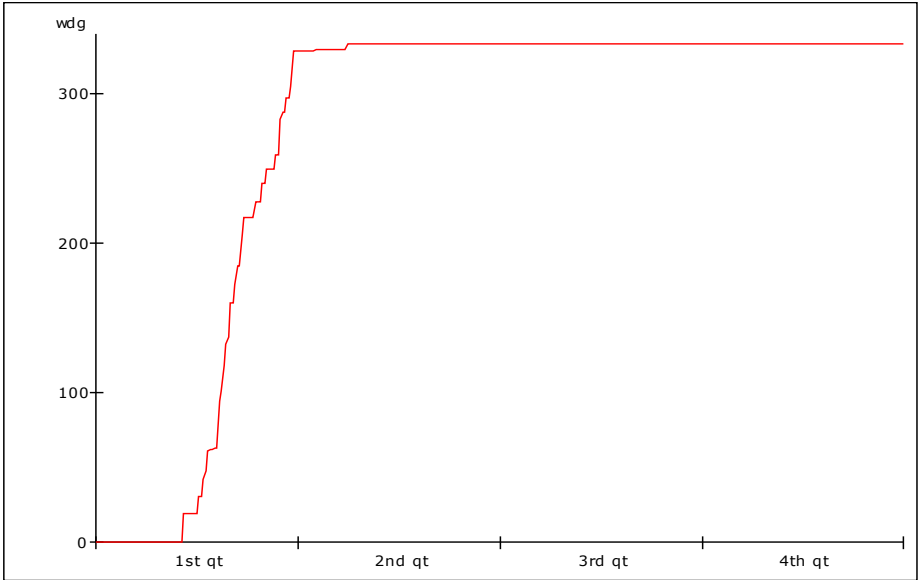


Figura 6-26: *Andamento ordini inevasi*

La redditività è aumentata di circa il 6%.

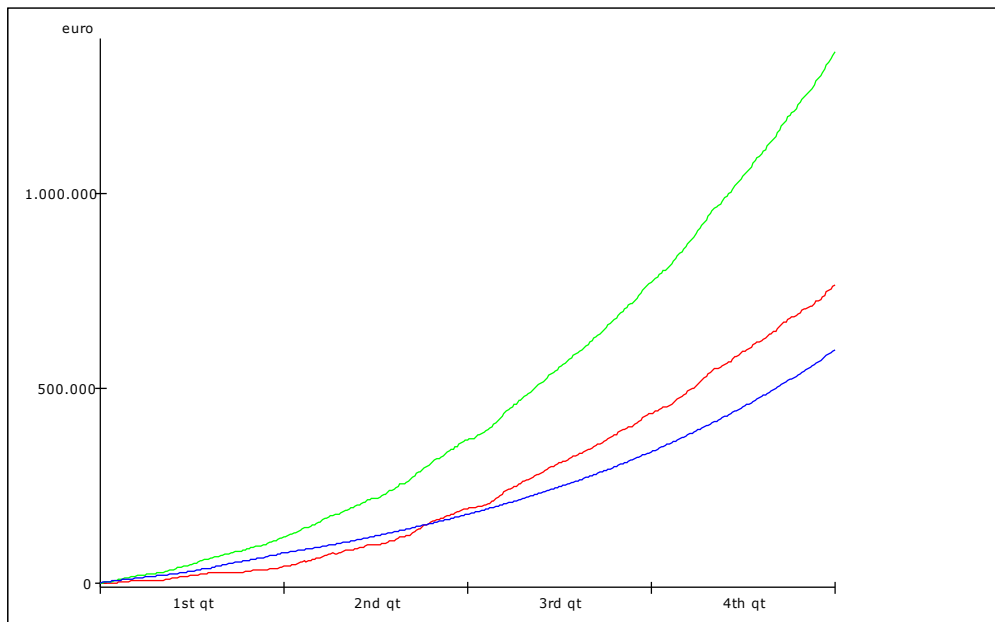


Figura 6-27: Andamento redditività

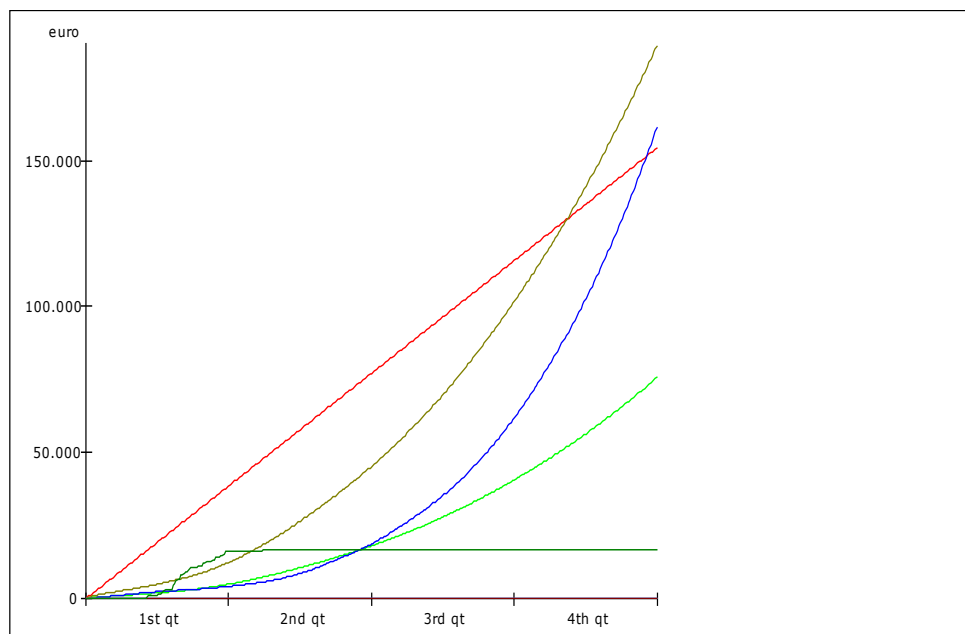


Figura 6-28: Andamento dei costi

Ma, se si guarda al grafico dei costi, è possibile notare che la voce relativa al mantenimento a magazzino delle materie prime è molto alta, questo perché, in effetti, 6 wk è una variazione eccessiva per cui si è deciso di scegliere un valore intermedio tra 4 e 6. Nel prossimo caso il TC MP sarà fissato a 5 wk.

CASO A.2

- DOMANDA CRESCENTE
- TEMPO COPERTURA MP = 5 WK
- TEMPO COPERTURA PF = 4,5 WK

Dagli andamenti grafici si evince che c'è un aumento degli ordini inevasi rispetto al caso precedente (circa il 47%) ma, al contempo, sono diminuiti i costi di mantenimento materi prime e, difatti, la redditività è aumentata.

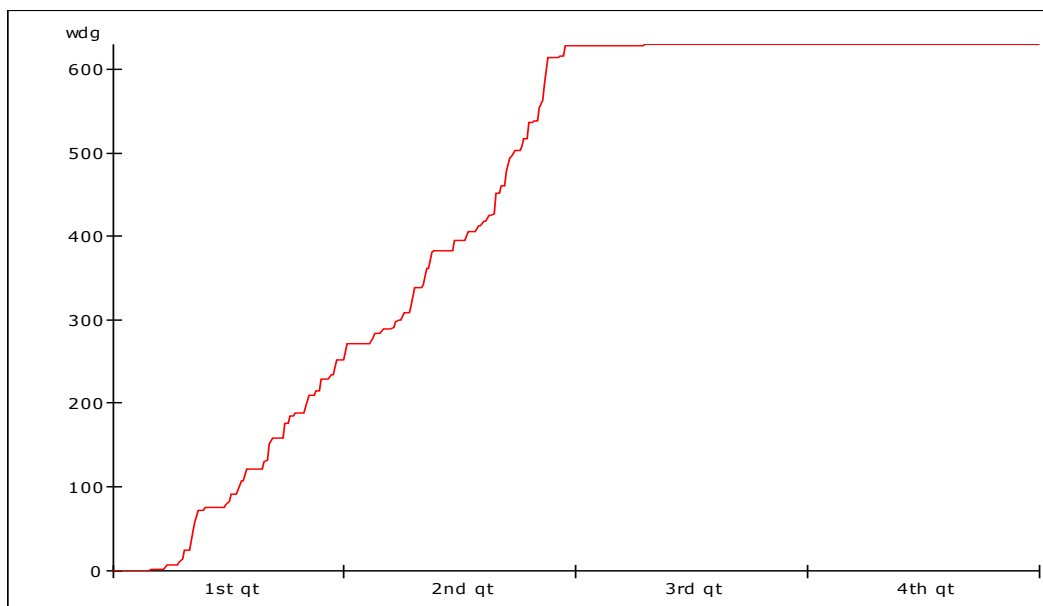


Figura 6-29: Andamento ordini inevasi

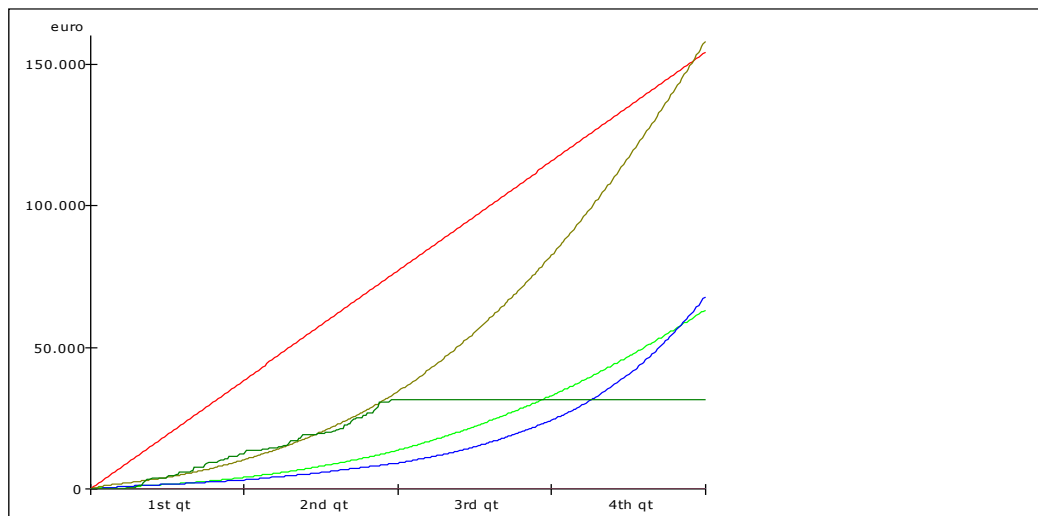


Figura 6-30: Andamento dei costi

In questo caso si è potuto verificare che l'aumento del rischio di fornitura (a causa dell'aumento degli ordini inevasi) è compensato da un aumento sensibile della redditività, circa l'11%.

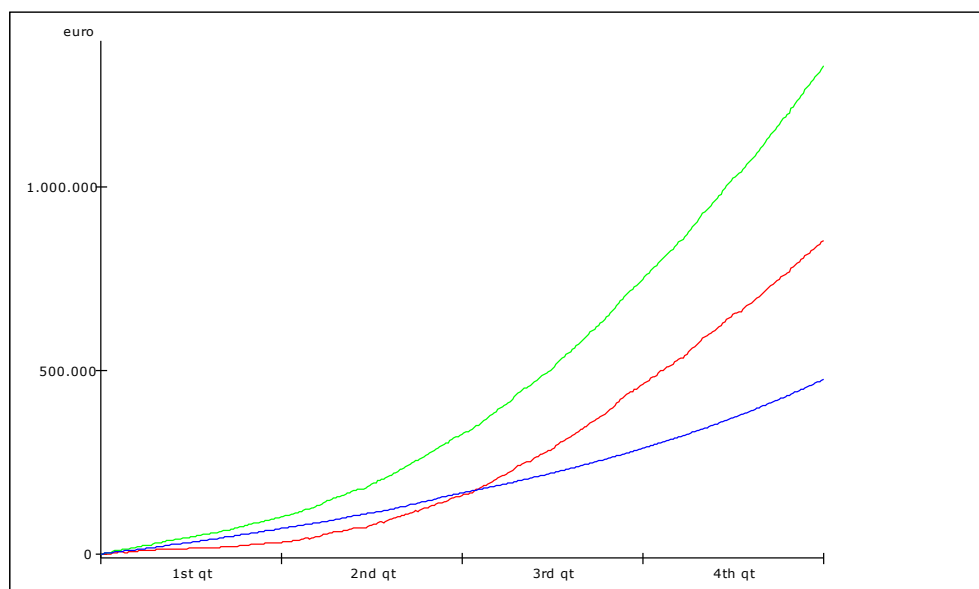


Figura 6-31: Andamento redditività

In questo primo scenario è stato possibile verificare come, a volte, sia preferibile adottare una politica che comporti l'aumento del rischio di fornitura ma che, al tempo stesso, riduca la voce di costo che risulta maggiormente rilevante e faccia aumentare la redditività. Pertanto, risulta fondamentale, trovare il giusto trade-off tra costi e redditività.

Alla luce di tutte le sperimentazioni eseguite nell'ambito di domanda crescente la miglior politica di gestione del rischio di fornitura risulta quella sviluppata nel CASO A.2.

6.5.2 Scenario 2

CASO A

- DOMANDA COSTANTE
- TEMPO COPERTURA MP = 4 WK
- TEMPO COPERTURA PF = 4,5 WK

Anche in questo scenario si è partiti col variare per primo il TC PF passando da 4 wk (valore di inizializzazione) a 4,5 wk. La situazione che risulta a seguito di questa variazione del parametro non è ottimale.

Si registra, infatti, un andamento del tasso di adempimento ordini che oscilla tra l'80% ed il 100% ma con ordini inevasi in costante ed elevata crescita.

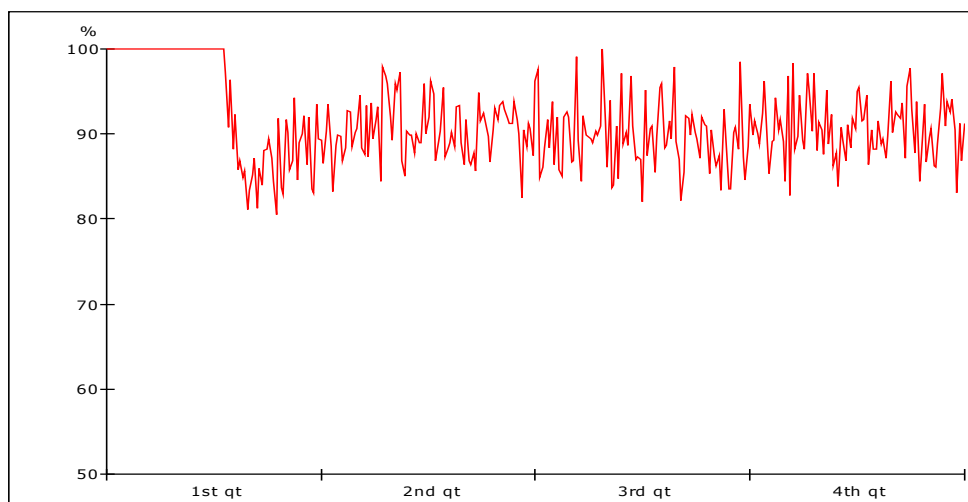


Figura 6-32: Tasso di adempimento ordini

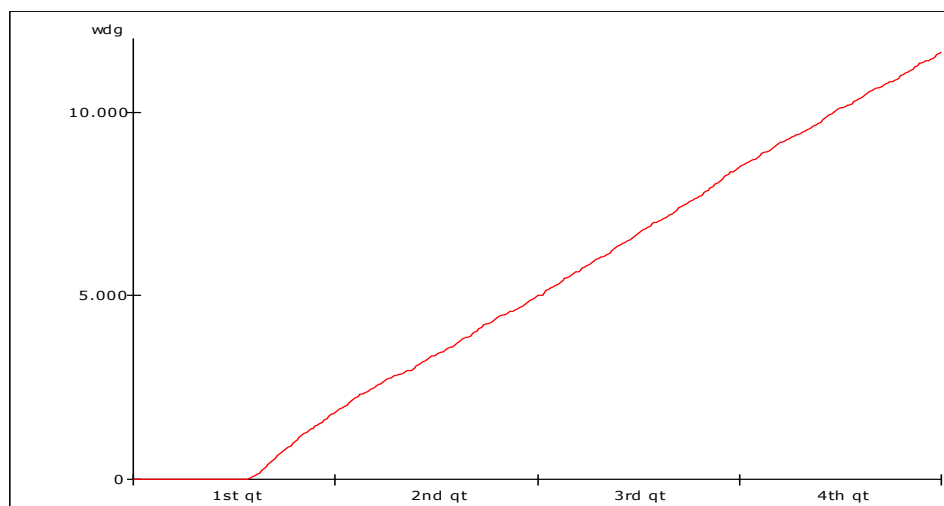


Figura 6-33: Andamento ordini inevasi

A questo valore corrispondono dei costi di mancato profitto sufficientemente alti che non vengono compensati dai ridotti costi di mantenimento a magazzino dei prodotti finiti. Nonostante ciò, la redditività è comunque aumentata rispetto alla situazione relativa allo scenario 2 nelle condizioni di inizializzazione.

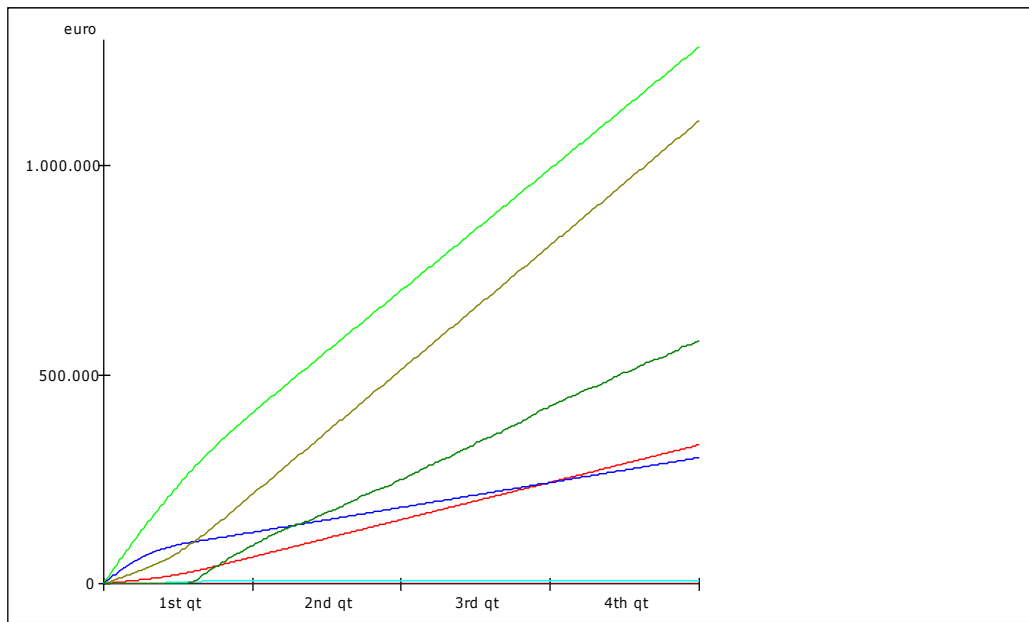


Figura 6-34: Andamento dei costi

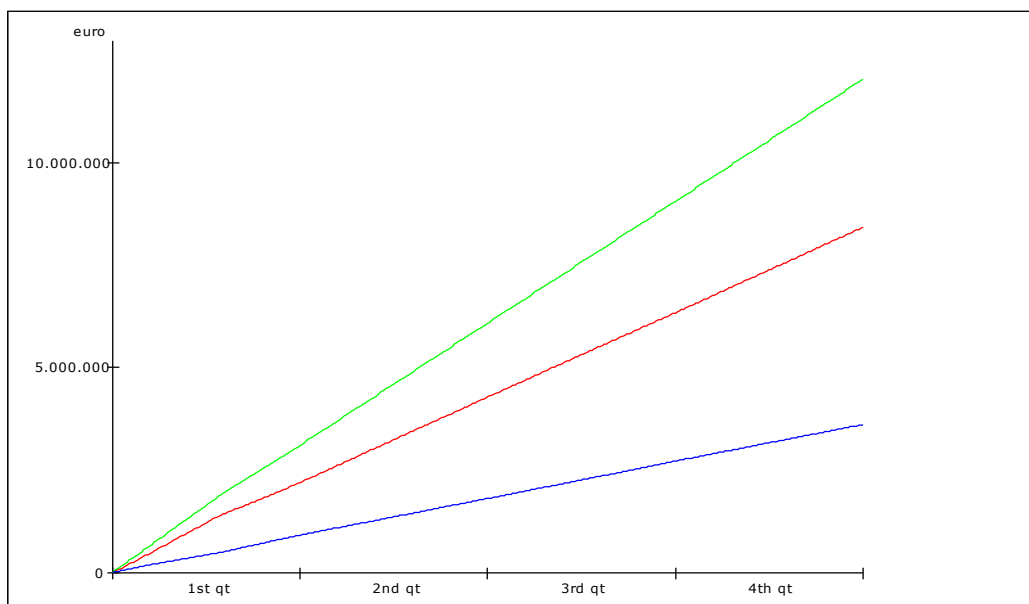


Figura 6-35: Andamento redditività

Ma l'obiettivo rimane sempre quello di ridurre quanto più è possibile gli ordini inevasi. Pertanto, si è deciso di aumentare il tempo copertura PF in modo da assicurarsi un adempimento agli ordini più sensibile.

CASO B

- DOMANDA COSTANTE
- TEMPO COPERTURA MP = 4 WK
- TEMPO COPERTURA PF = 5 WK

Il tasso di adempimento ordini risulta migliorato. Oscilla, infatti, tra il 90% ed il 100%. Gli ordini inevasi sono diminuiti ma non ancora del tutto annullati.

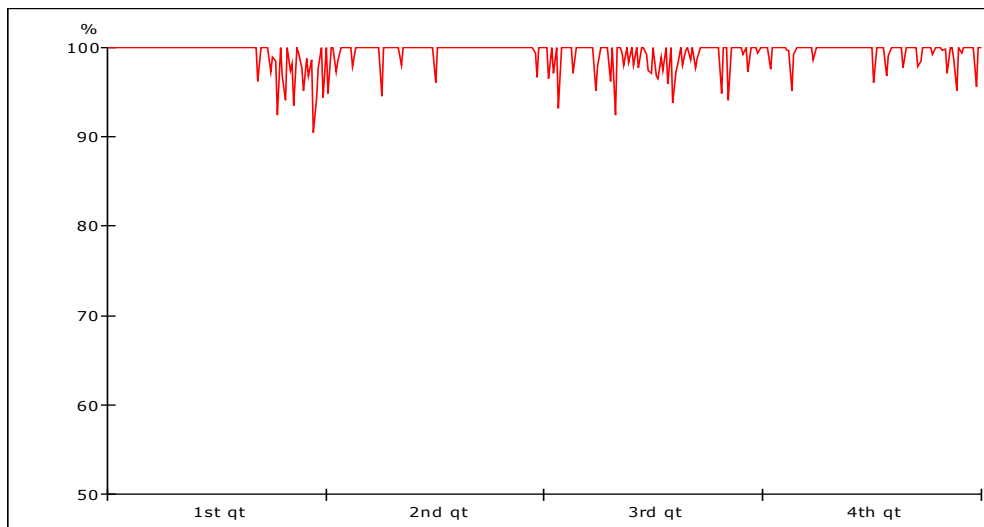


Figura 6-36: Tasso di adempimento ordini

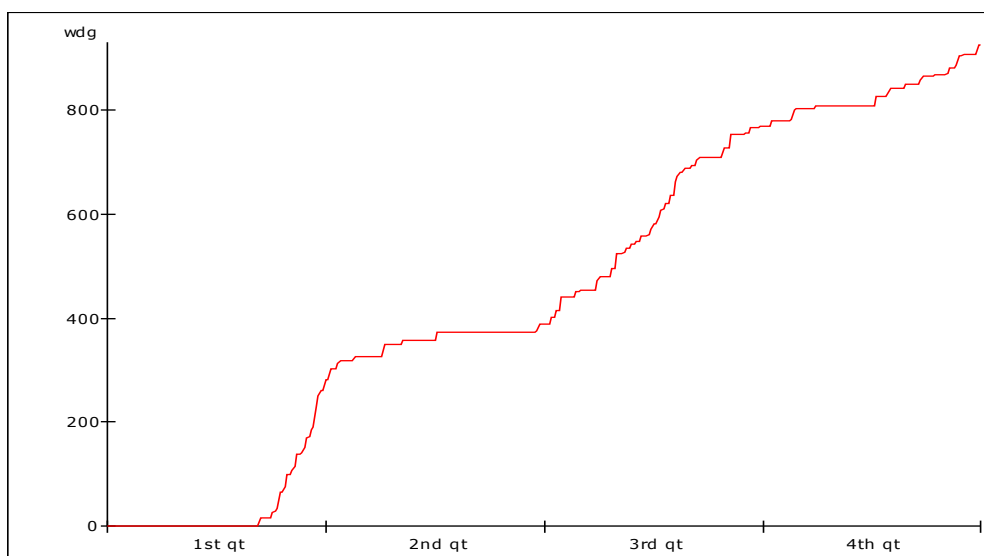


Figura 6-37: Andamento ordini inevasi

I costi di mancato profitto si sono ridotti anche se l'aumento del tempo di copertura PF ha comportato un lieve aumento dei costi di mantenimento a magazzino.

La redditività è, in effetti, aumentata del 18%.

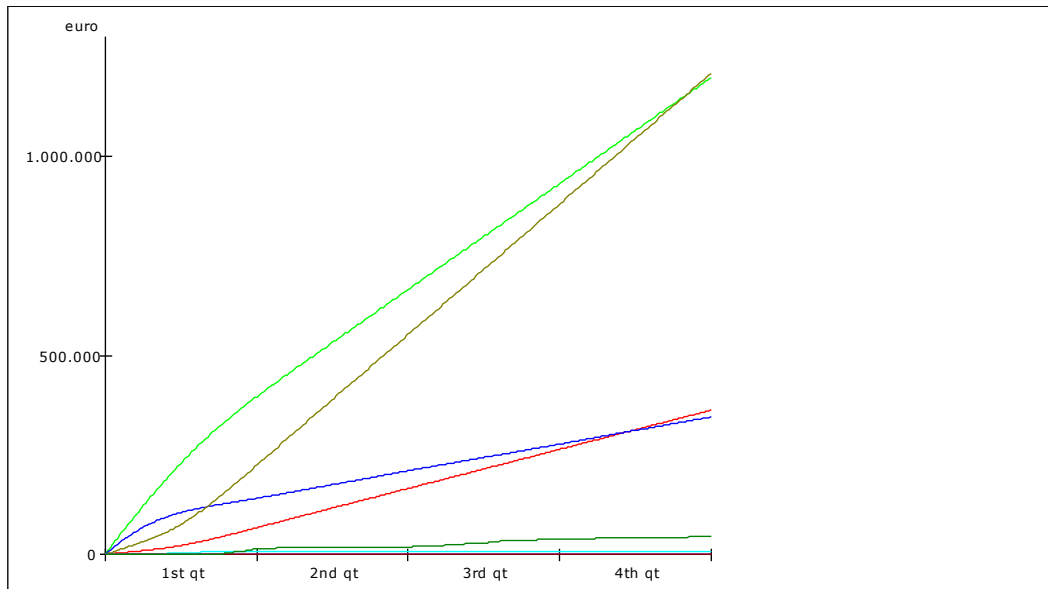


Figura 6-38: Andamento dei costi

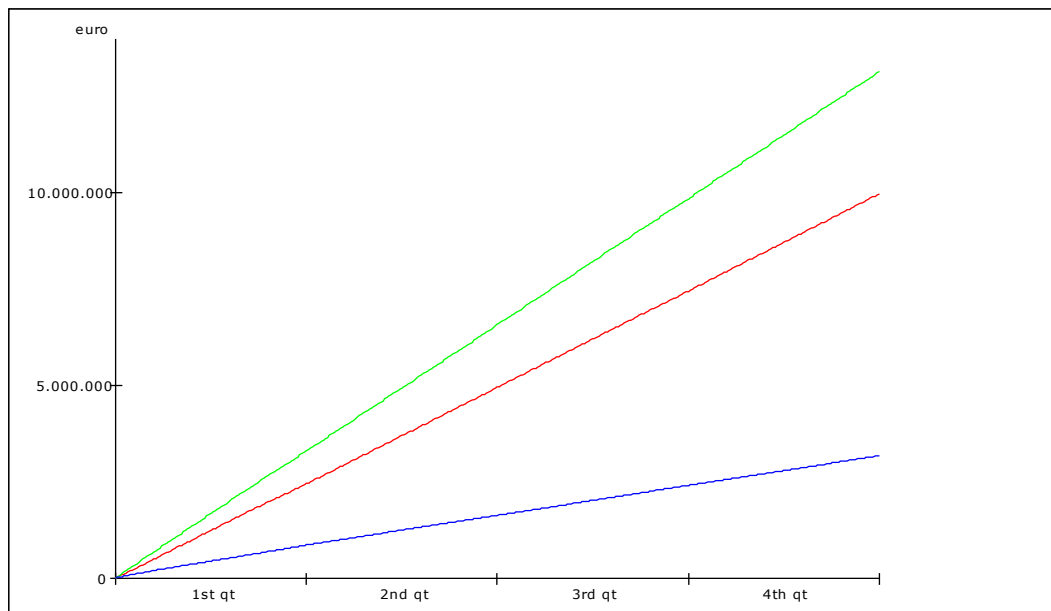


Figura 6-39: Andamento redditività

Anche se gli ordini inevasi sono diminuiti, si è deciso, comunque, di intervenire ulteriormente al fine di eliminarli del tutto, per cui è stato aumentato ancora di poco il tempo di copertura PF.

CASO C

- DOMANDA COSTANTE
- TEMPO COPERTURA MP = 4 WK
- TEMPO COPERTURA PF = 5,5 WK

Dopo questa variazione la situazione risulta la seguente:

- Tasso di adempimento ordini = 100%;
- Ordini inevasi = 0 wdg;
- Costi di mantenimento PF alti ma comunque compensati da riduzione della voce relativa al costo di mancato profitto;
- Redditività aumentata ulteriormente ma solo dell'1%.

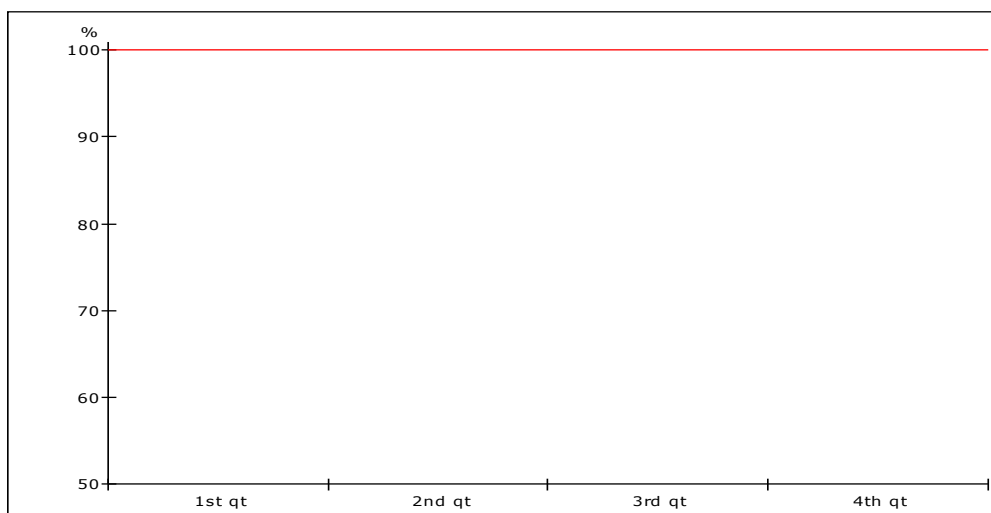


Figura 6-40: Tasso di adempimento ordini

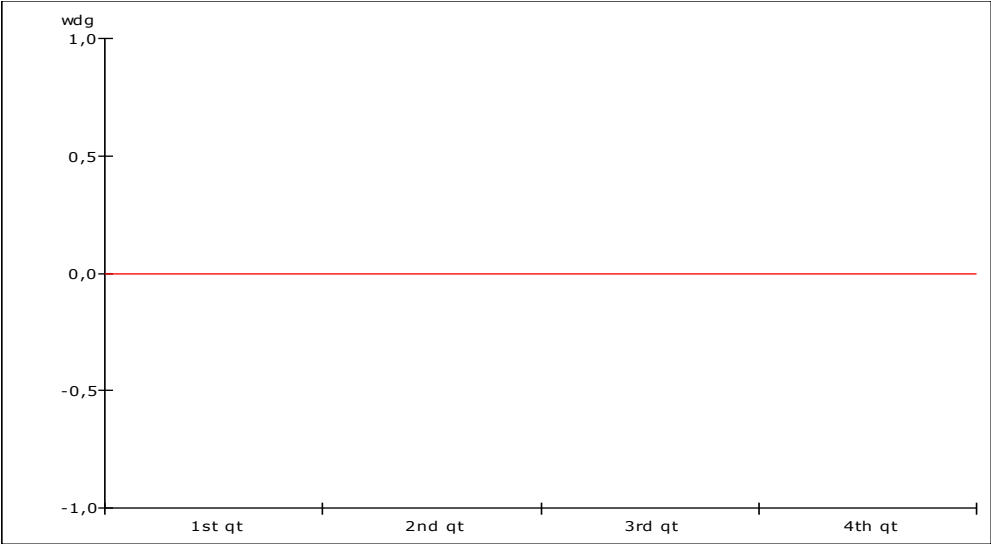


Figura 6-41: *Andamento ordini inevasi*

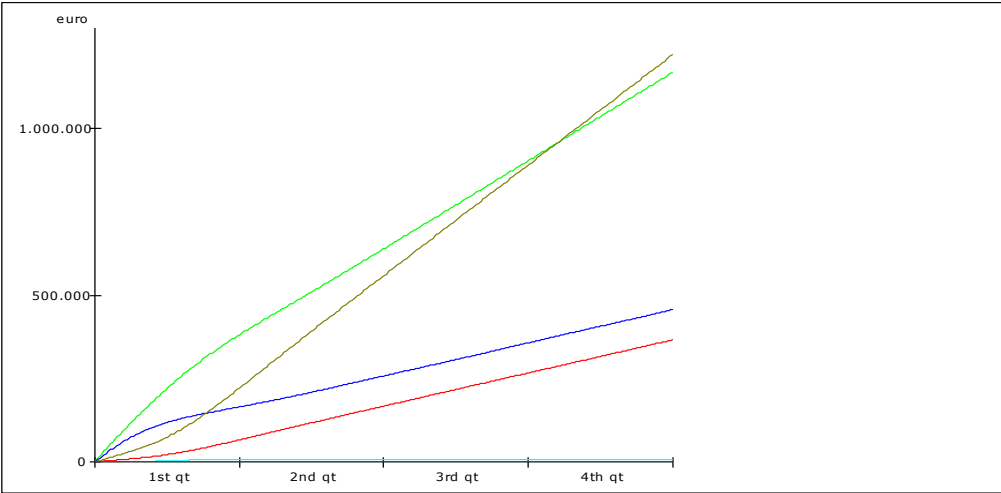


Figura 6-42: *Andamento dei costi*

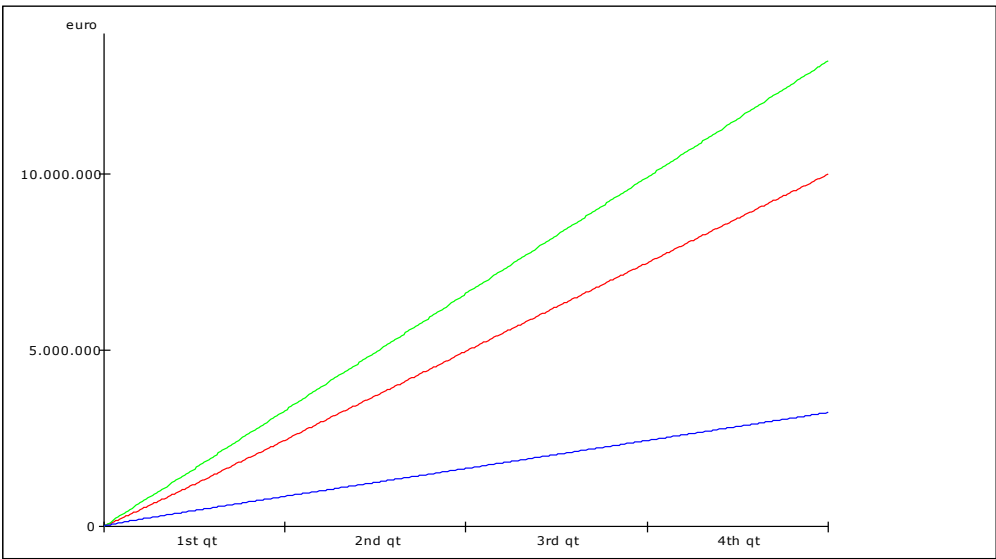


Figura 6-43: *Andamento redditività*

Questa situazione potrebbe sembrare ottimale (in termini del solo parametro TC PF) ma, in realtà, non è così. Infatti, se si guarda il grafico in cui sono rappresentati gli andamenti di spedizioni, tasso di ordinazione effettivo (perfettamente sovrapposti alla luce del fatto che in questa situazione il tasso adempimento ordini era del 100%) e magazzino PF si è visto che rispetto alle spedizioni si ha un livello di magazzino PF più elevato di quanto strettamente necessario.

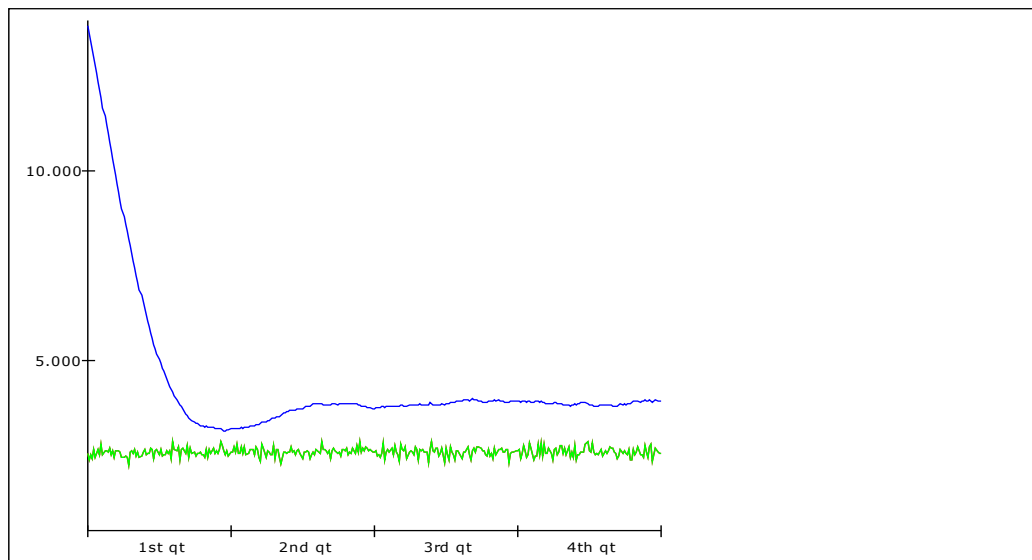


Figura 6-44: Confronto magazzino PF e spedizioni

Si è pensato, quindi, di ridurre nuovamente il tempo copertura PF ma mantenendolo comunque superiore a 5 wk.

CASO D

- DOMANDA COSTANTE
- TEMPO COPERTURA MP = 4 WK
- TEMPO COPERTURA PF = 5,3 WK

A questo punto si è osservato che è leggermente aumentato il rischio di non evasione degli ordini (perché sono aumentati gli ordini inevasi ma in numero molto esiguo) ma tale aumento di rischio è bilanciato da una sensibile riduzione dei costi di mantenimento PF che ha portato ad avere un ulteriore aumento di redditività (0,5%).

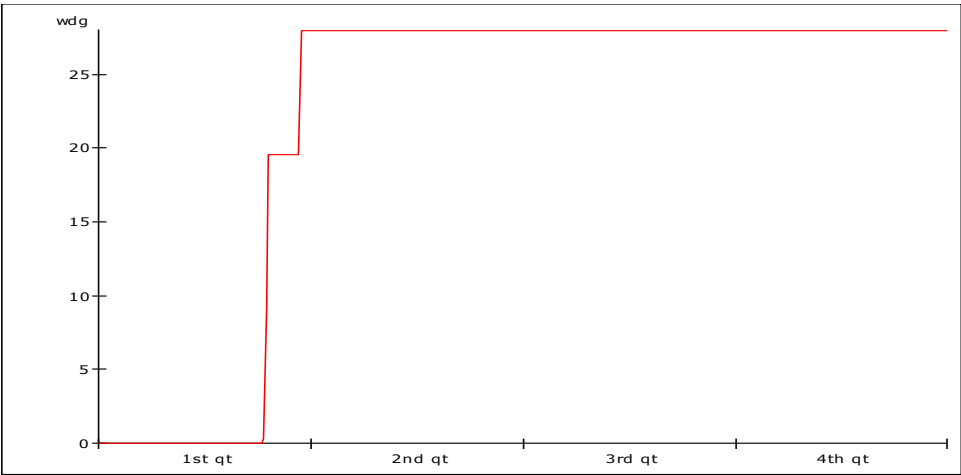


Figura 6-45: Andamento ordini inevasi

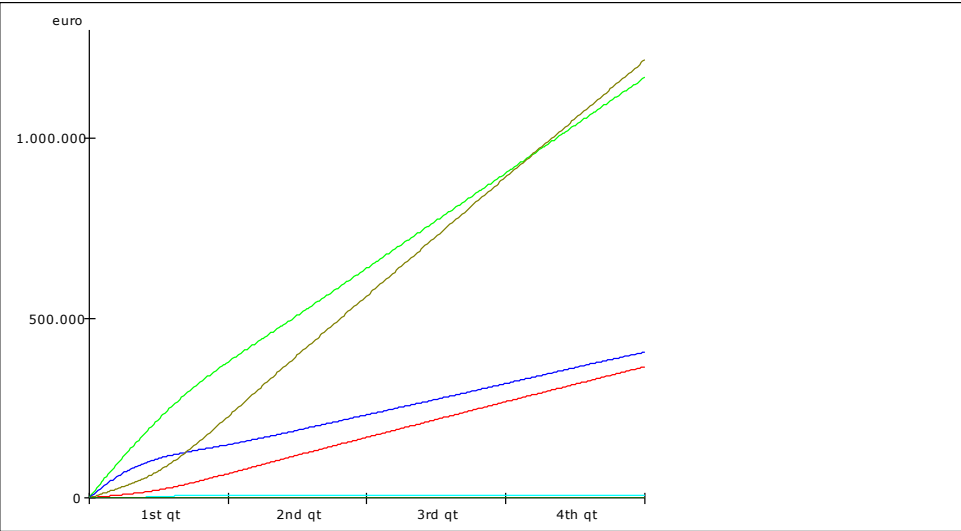


Figura 6-46: Andamento dei costi

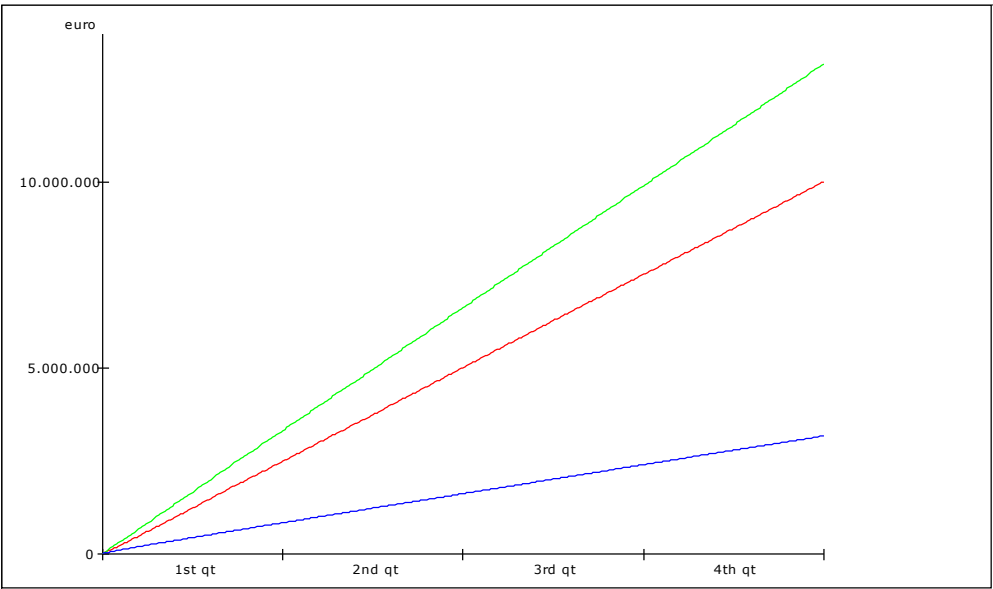


Figura 6-47: Andamento redditività

A questo punto si è fatta un'ulteriore osservazione.

Si è osservato, dal grafico in cui è riportato il confronto tra capacità produttive, che per realizzare quella produzione si ha a disposizione uno stock di materie prime circa il doppio rispetto a quanto necessario considerando quella capacità massima di forza lavoro.

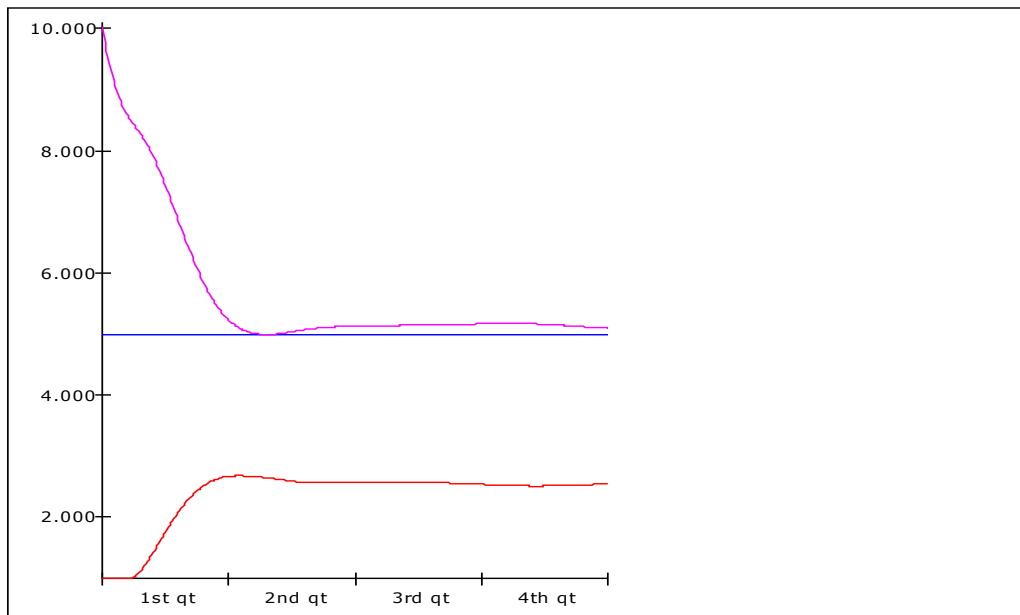


Figura 6-48: Confronto tra capacità produttive

Alla luce di questo, in ottica della lean manufacturing, si è puntati alla riduzione di tale stock riducendo il tempo di copertura del magazzino materie prime.

CASO D.1

- DOMANDA COSTANTE
- TEMPO COPERTURA PF = 5,3 WK
- TEMPO COPERTURA MP = 3 WK

Sotto queste condizioni il tasso di adempimento ordini risulta del 100%, infatti gli ordini inevasi sono nulli durante tutto l'anno della simulazione.

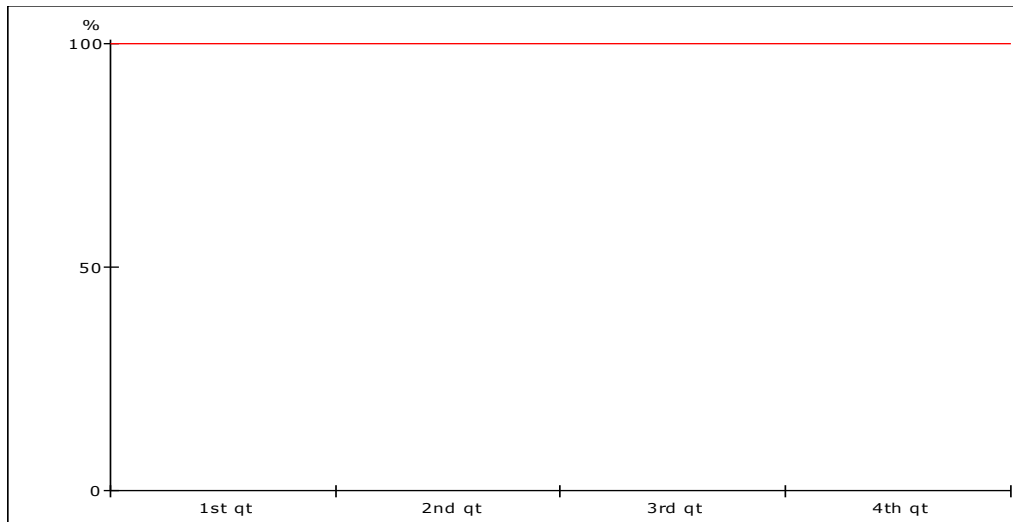


Figura 6-49: Tasso di adempimento ordini

Si è ridotto lo stock di materie prime che è, ora, allineato con la capacità massima della forza lavoro.

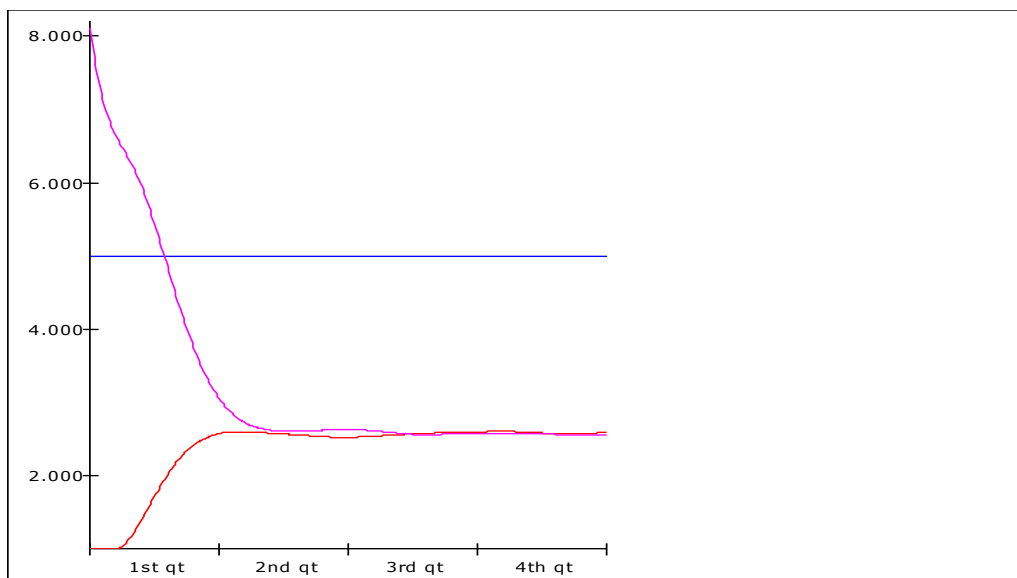


Figura 6-50: Confronto tra capacità produttive

Pertanto sono diminuiti i costi di mantenimento MP aumentando la redditività del 5%.

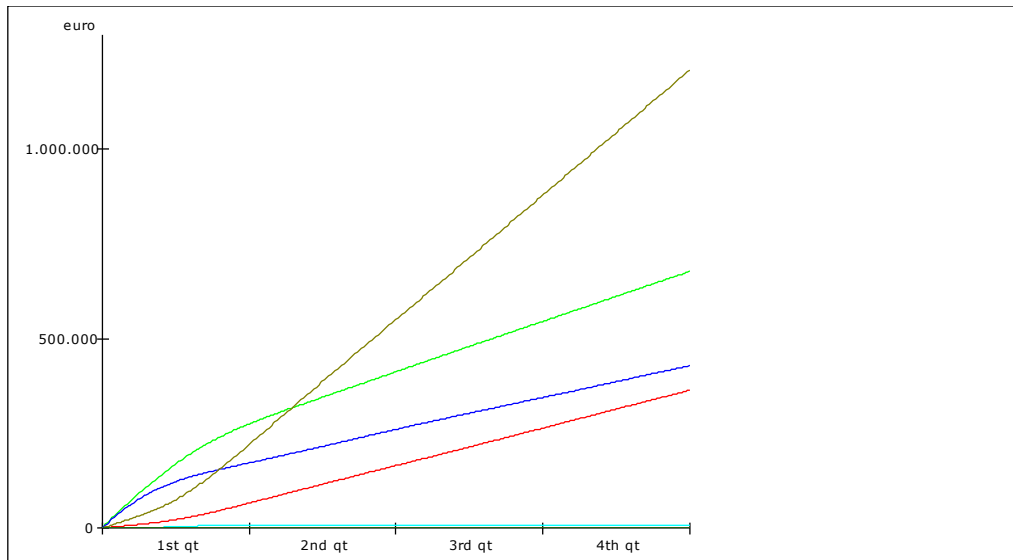


Figura 6-51: Andamento dei costi

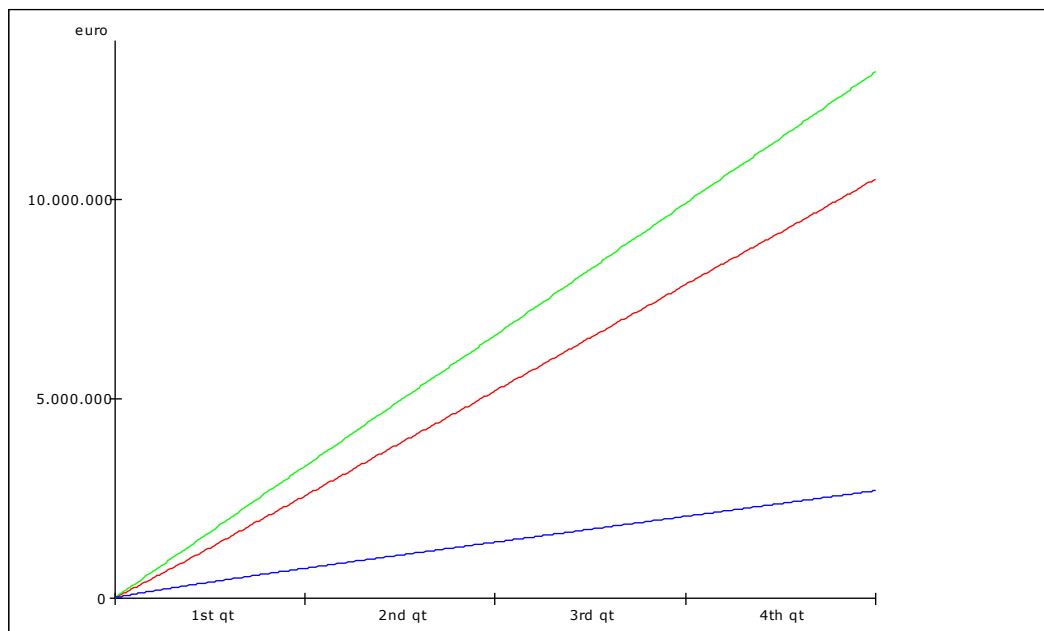


Figura 6-52: Andamento redditività

Nell'ipotesi in cui si volesse, ulteriormente, ridurre lo stock di materie prime a magazzino la situazione risulterebbe la seguente:

CASO D.2

- DOMANDA COSTANTE
- TEMPO COPERTURA PF = 5,3 WK
- TEMPO COPERTURA MP = 2 WK

La situazione, sotto queste condizioni, peggiora notevolmente. Infatti si osservano i seguenti risultati:

- Tasso adempimento ordini nettamente calato intorno al 50-60%;
- Ordini inevasi aumentati in tutto il tempo della simulazione;
- Costi di mantenimento materie prime diminuiti ma, al contempo, decisamente aumentati quelli di mancato profitto;
- Sono diminuiti i ricavi perché si hanno tanti ordini inevasi;
- Di conseguenza, la redditività è diminuita del 50%.

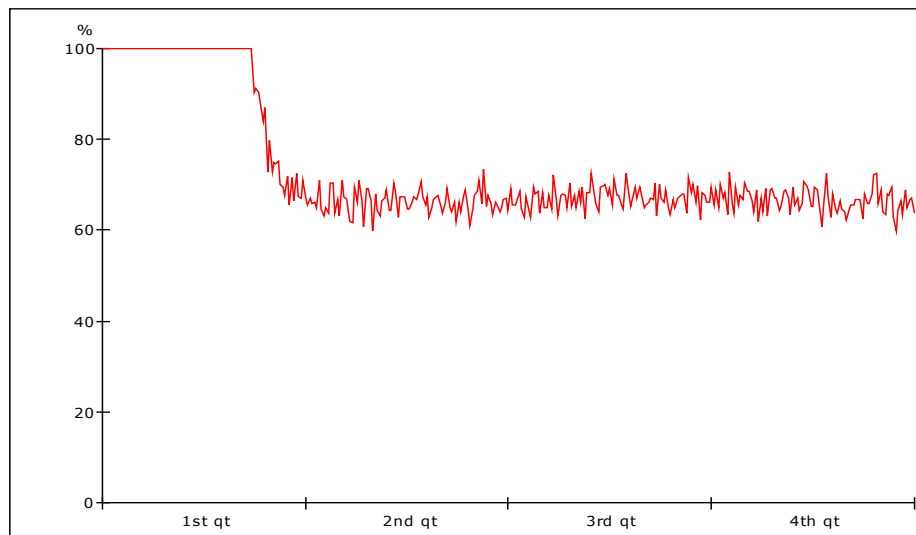


Figura 6-53: Tasso di adempimento ordini

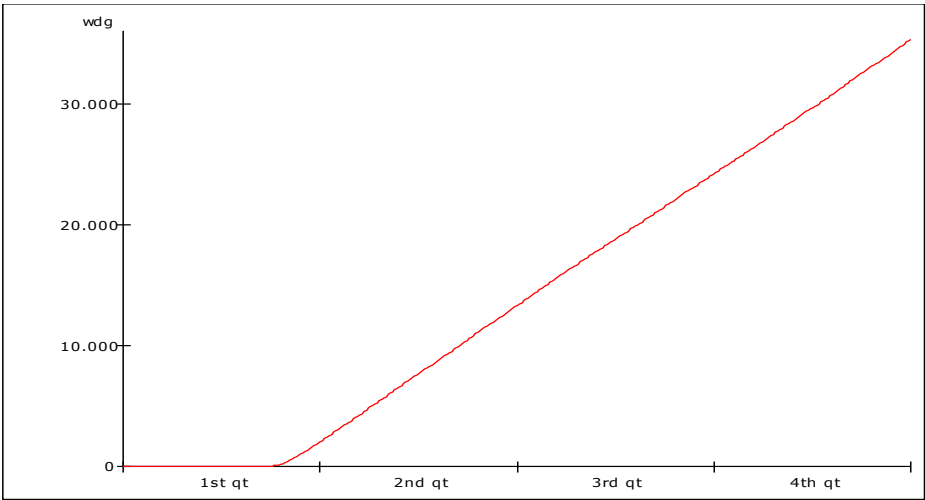


Figura 6-54: *Andamento ordini inevasi*

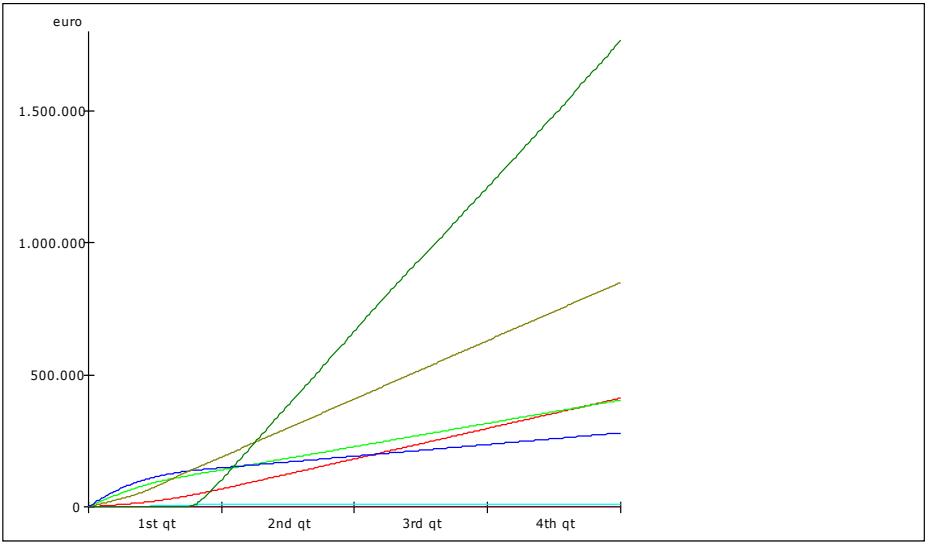


Figura 6-55: *Andamento dei costi*

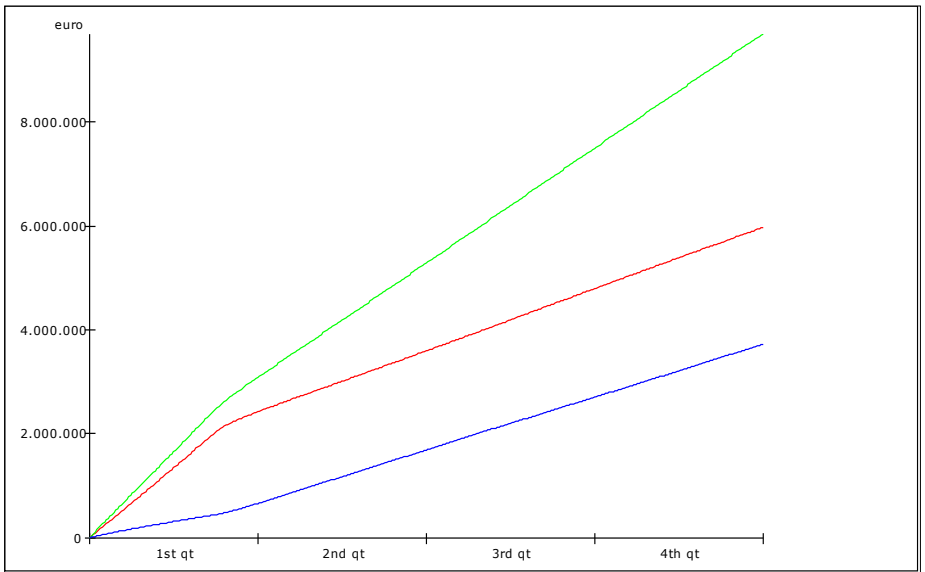


Figura 6-56: *Andamento redditività*

Il CASO D.1 rispecchia la politica migliore di gestione del rischio di fornitura nell'ambito di domanda costante.

6.5.3 Scenario 3

CASO A

- DOMANDA DECRESCENTE
- TEMPO COPERTURA PF = 5 WK
- TEMPO COPERTURA MP = 4 WK

Infine, anche nello scenario 3, si è partiti col variare, per primo, il TC PF.

In queste condizioni, il tasso di adempimento ordini risulta ottimale. Infatti, solo alla fine del primo trimestre si osserva una piccola oscillazione che comporta un esiguo livello di ordini inevasi.

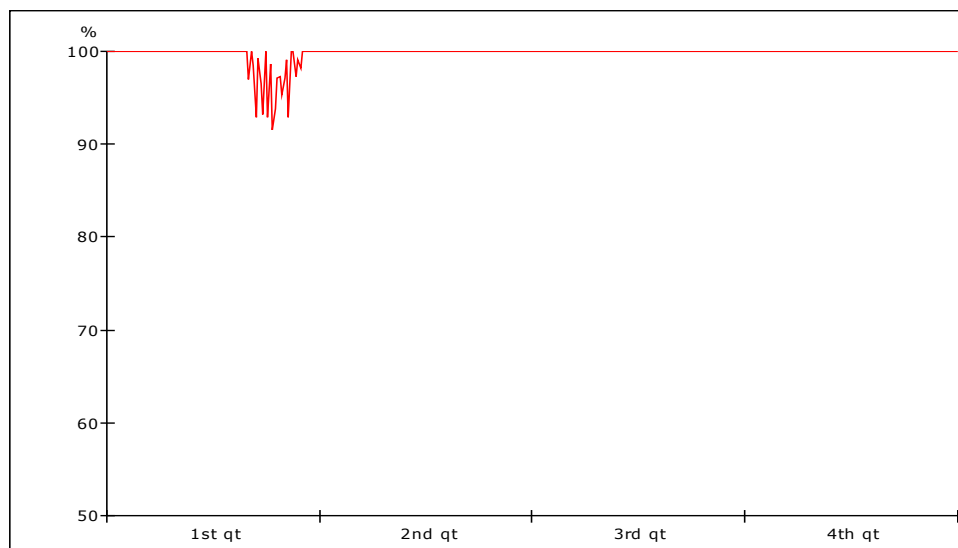


Figura 6-57: Tasso di adempimento ordini

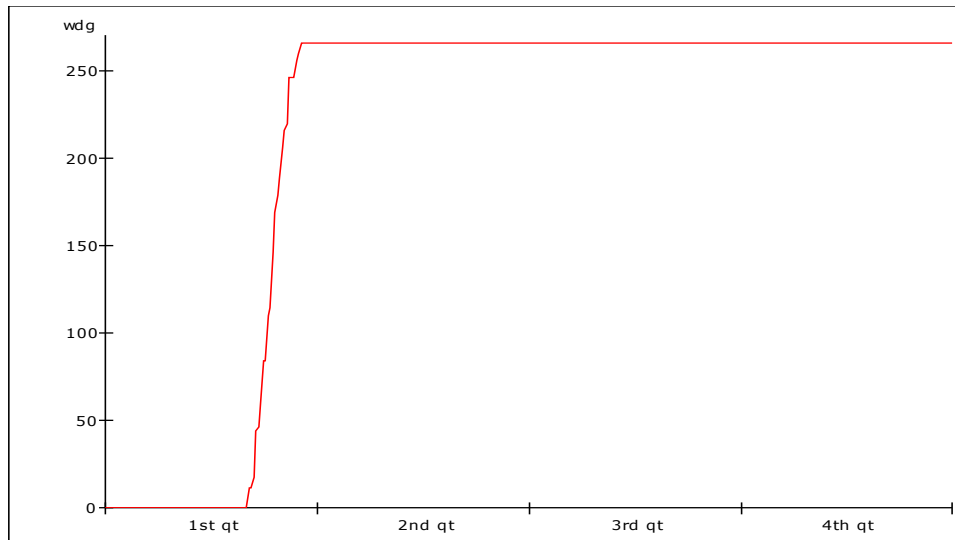


Figura 6-58: Andamento ordini inevasi

La redditività è, comunque, aumentata del 38% rispetto alla situazione dello scenario 3 nelle condizioni di inizializzazione.

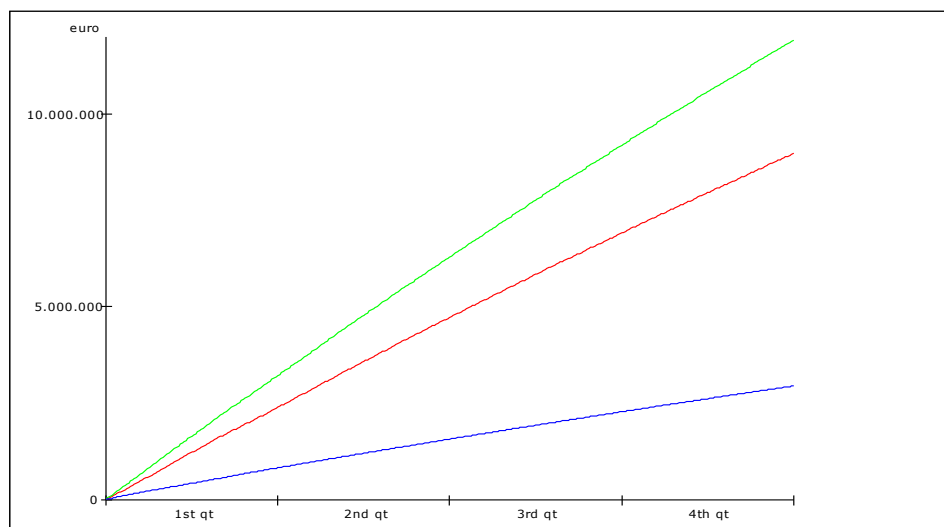


Figura 6-59: Andamento redditività

Nonostante la situazione si presenti già positiva si è pensato, comunque, di aumentare il tempo di copertura del magazzino prodotti finiti per riuscire ad evadere tutti gli ordini grazie anche al fatto che i costi di mantenimento PF non sono eccessivamente alti.

CASO B

- DOMANDA DECRESCENTE
- TEMPO COPERTURA PF = 5,5 WK

- TEMPO COPERTURA MP = 4 WK

Con questa variazione si è riusciti nell'intento di evadere tutti gli ordini ma il vantaggio ottenuto dall'azzeramento degli ordini inevasi ha comportato un aumento del costo di mantenimento PF (2%) che, a sua volta, ha comportato una leggera riduzione della redditività dell'azienda dell' 1.3 %.

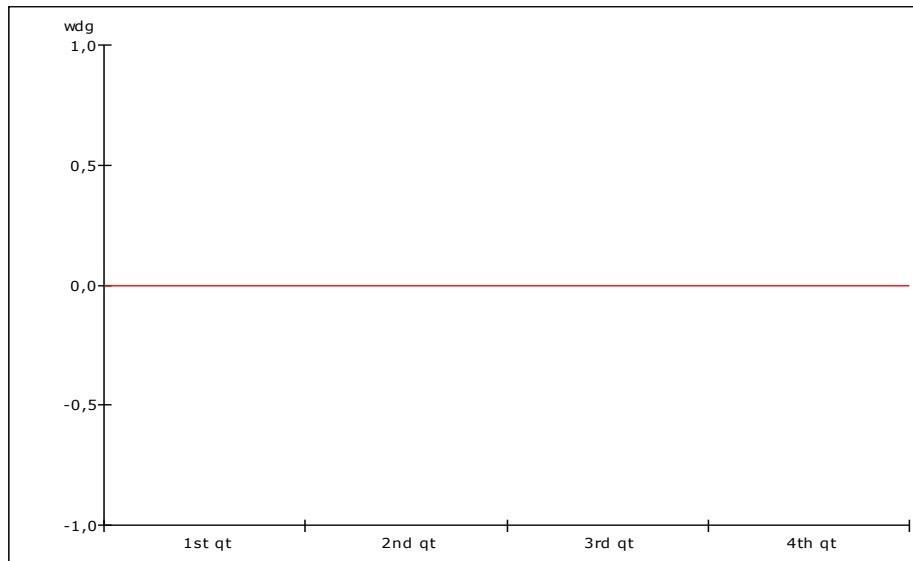


Figura 6-60: Andamento ordini inevasi

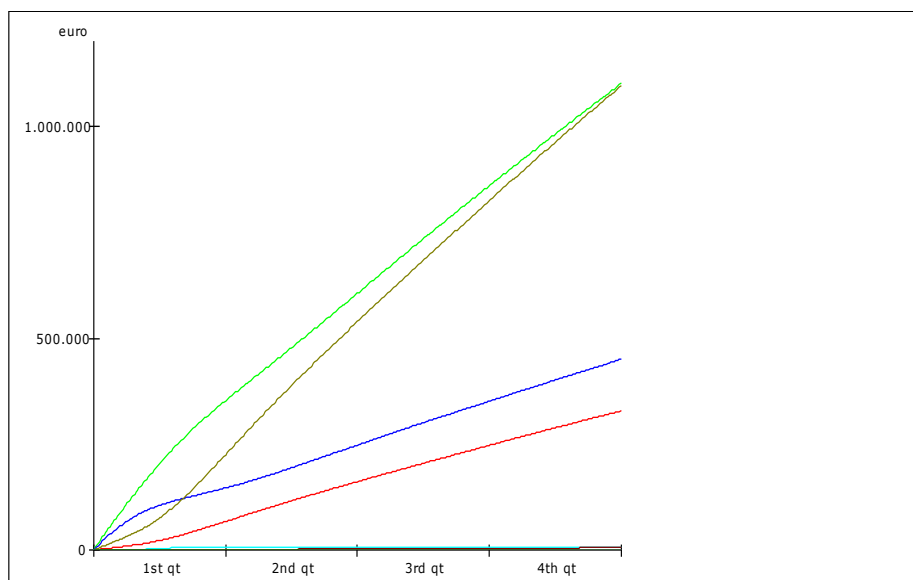


Figura 6-61: Andamento dei costi

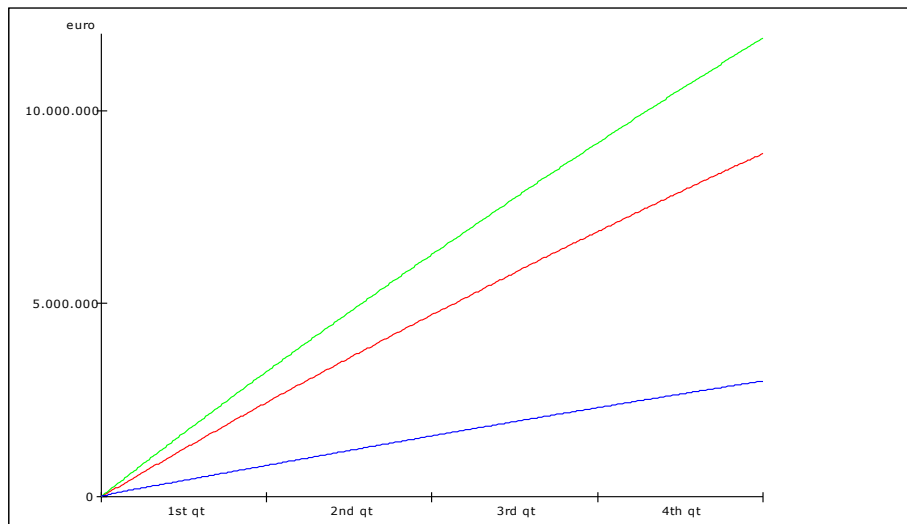


Figura 6-62: Andamento redditività

Anche in questo caso si è preferito avere degli ordini inevasi ma una redditività più alta. Pertanto, relativamente al solo parametro TC PF, è da preferirsi il caso A.

Osservando, però, il grafico dei costi si evince che la voce relativa al mantenimento delle materie prime risulta molto alta. Infatti il livello di materie prime a magazzino è eccessivo rispetto a quanto necessario alla produzione.

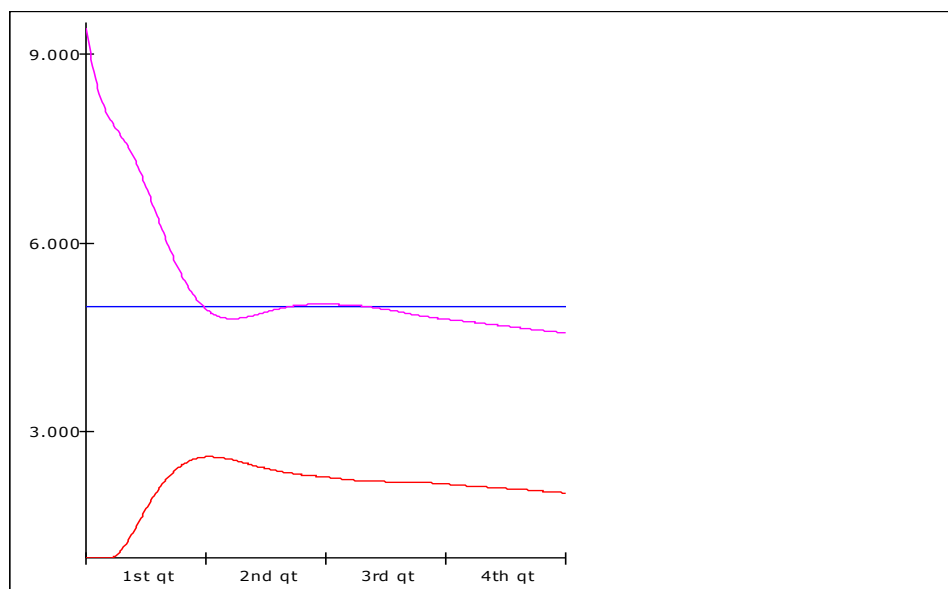


Figura 6-63: Confronto tra capacità produttive

Pertanto, di seguito, verrà diminuito il tempo di copertura del magazzino materie prime.

CASO A.1

- DOMANDA DECRESCENTE
- TEMPO COPERTURA PF = 5 WK
- TEMPO COPERTURA MP = 3 WK

A seguito di questa variazione (da 4wk, che era il valore di inizializzazione, a 3wk) si ha un leggero aumento degli ordini inevasi (ma resta nel complesso un numero molto piccolo) ma una riduzione dei costi di mantenimento MP del 20%. che ha comportato un aumento di redditività del 5.3%.

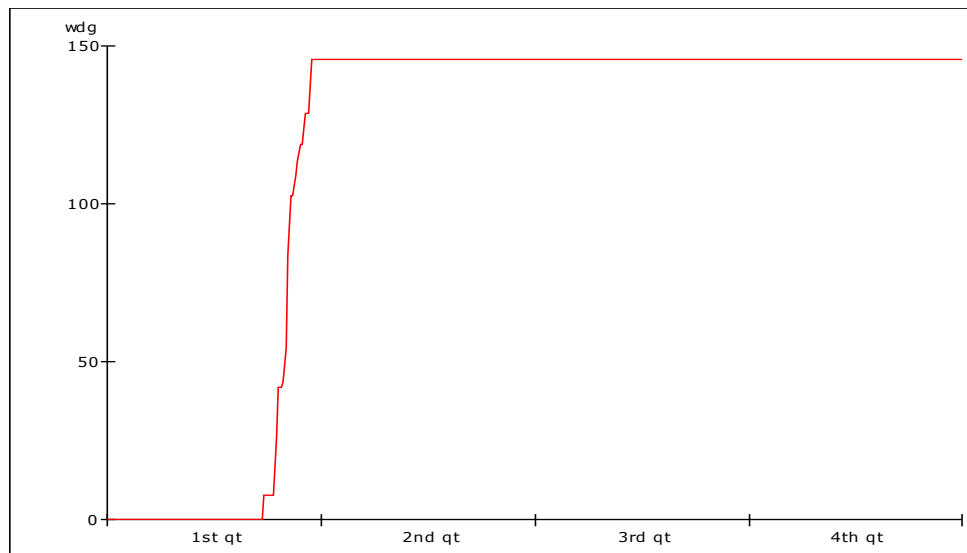


Figura 6-64: Andamento ordini inevasi

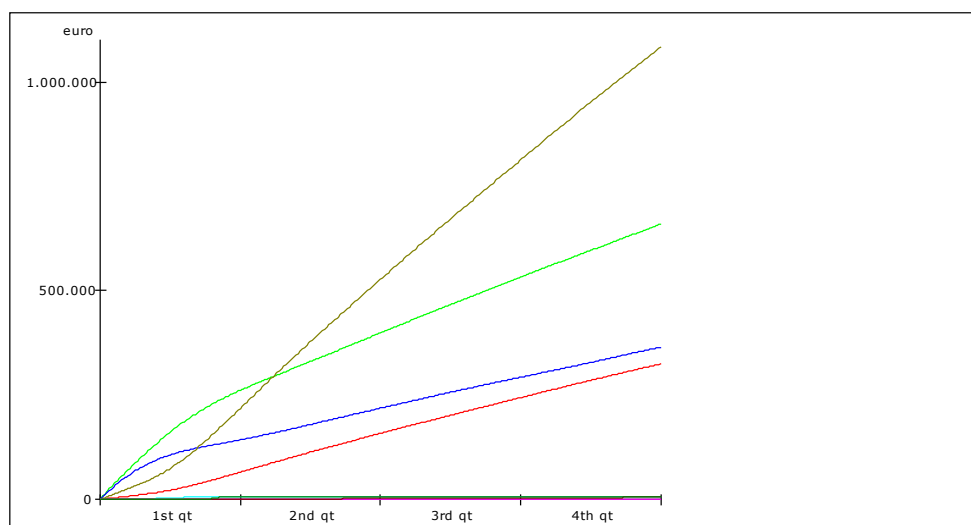


Figura 6-65: Andamento dei costi

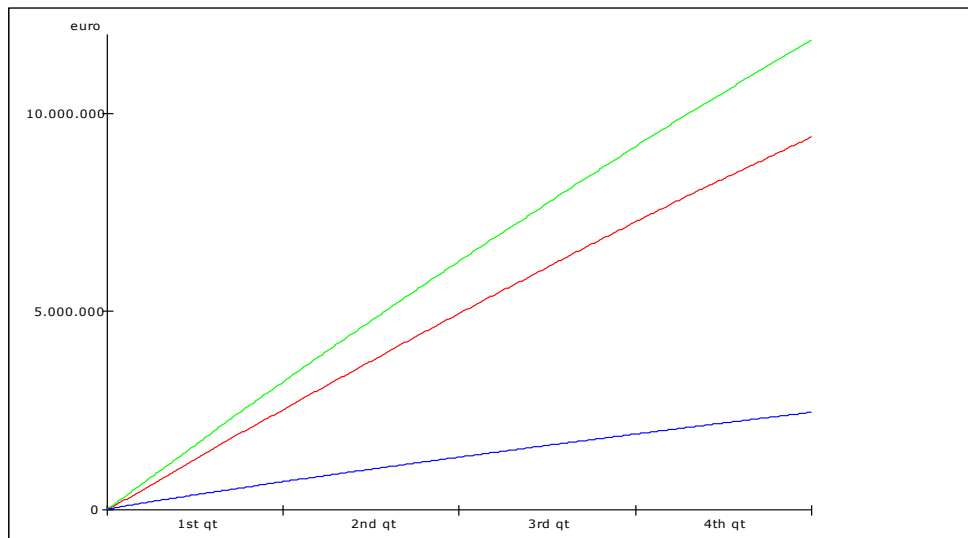


Figura 6-66: Andamento redditività

Si è deciso di verificare se, diminuendo ulteriormente il tempo di copertura MP, si riscontrasse un ulteriore vantaggio.

CASO A.2

- DOMANDA DECRESCENTE
- TEMPO COPERTURA PF = 5 WK
- TEMPO COPERTURA MP = 2 WK

Con questa ulteriore variazione sono aumentati di molto gli ordini inevasi poiché il livello di magazzino materie prime è diventato troppo basso rispetto a quanto necessario alla produzione per soddisfare la domanda.

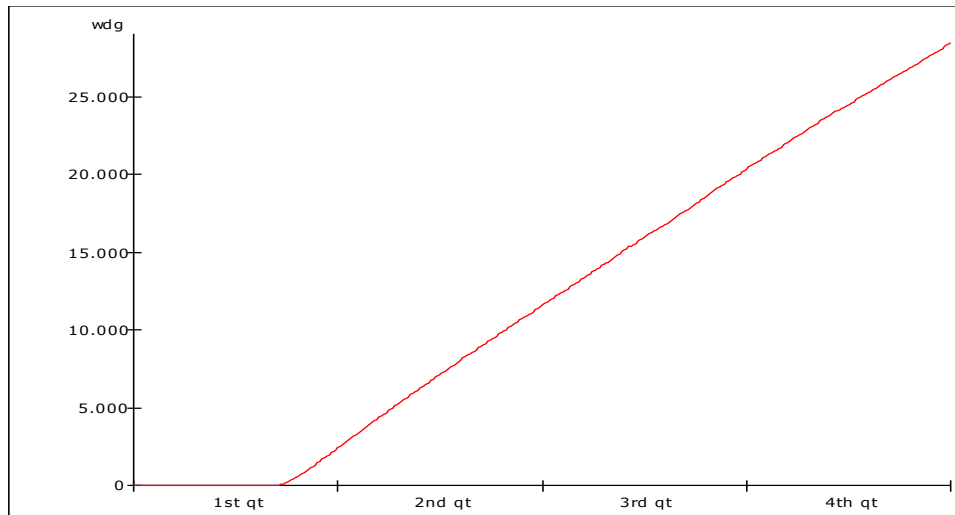


Figura 6-67: Andamento ordini inevasi

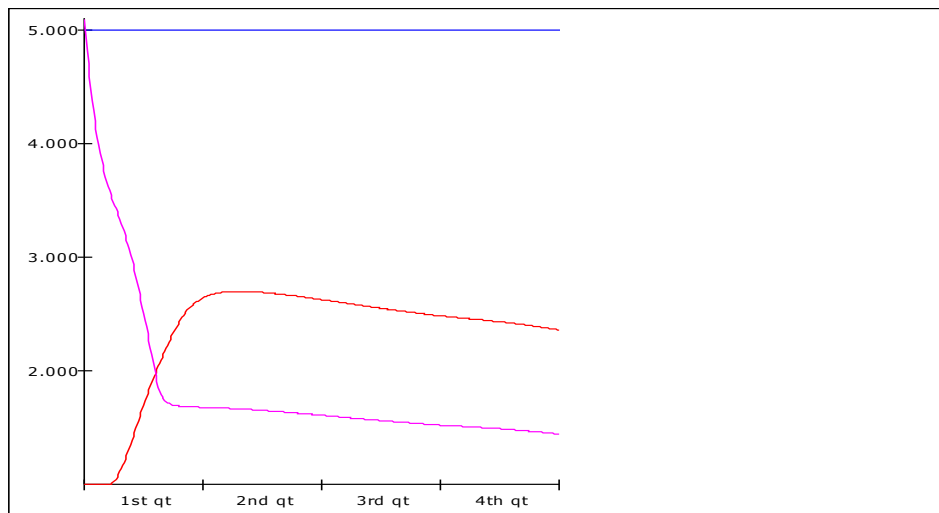


Figura 6-68: Confronto tra capacità produttive

Ciò ha comportato l'aumento dei costi di mancato profitto anche se sono diminuiti quelli di mantenimento MP ma nel complesso la redditività ha subito una riduzione drastica del 37.6%.

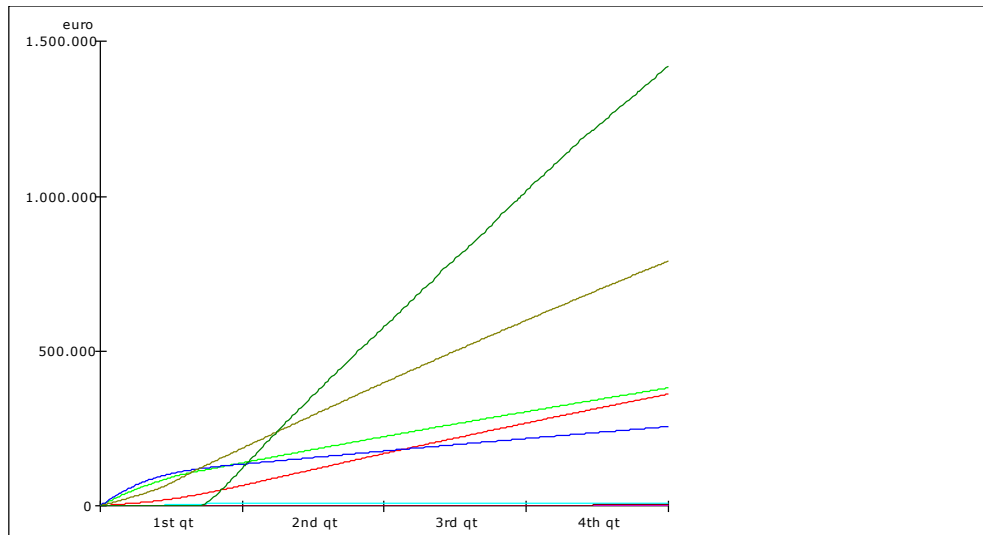


Figura 6-69: Andamento dei costi

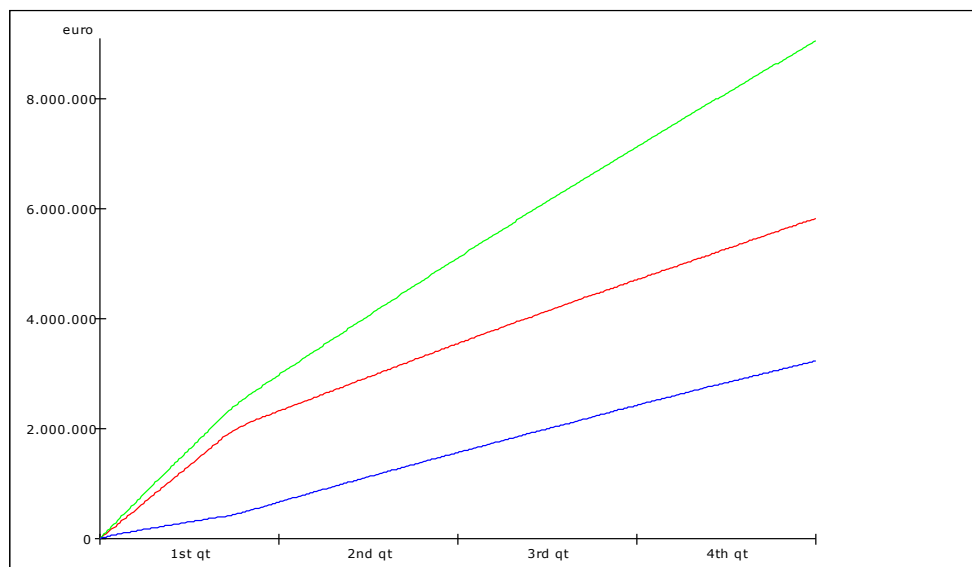


Figura 6-70: Andamento redditività

Alla luce di tutte le osservazioni fatte nell'ambito di domanda decrescente la miglior politica di gestione del rischio di fornitura risulta quella rappresentata nel CASO A.1.

6.5.4 Tabella conclusiva

Tabella 6-1: Tabella riepilogativa

SCENARIO 1 Domanda crescente	SCENARIO 2 Domanda costante	SCENARIO 3 Domanda decrescente
CASO A Tempo copertura MP = 4 wk Tempo copertura PF = 4,5 wk	CASO A Tempo copertura MP = 4 wk Tempo copertura PF = 4,5 wk	CASO A Tempo copertura MP = 4 wk Tempo copertura PF = 5 wk
CASO B Tempo copertura MP = 4 wk Tempo copertura PF = 6 wk	CASO B Tempo copertura MP = 4 wk Tempo copertura PF = 5 wk	CASO B Tempo copertura MP = 4 wk Tempo copertura PF = 5,5 wk
CASO A.1 Tempo copertura MP = 6 wk Tempo copertura PF = 4,5 wk	CASO C Tempo copertura MP = 4 wk Tempo copertura PF = 5,5 wk	CASO A.1 Tempo copertura MP = 3 wk Tempo copertura PF = 5 wk
CASO A.2 Tempo copertura MP = 5 wk Tempo copertura PF = 4,5 wk	CASO D Tempo copertura MP = 4 wk Tempo copertura PF = 5,3 wk	CASO A.2 Tempo copertura MP = 2 wk Tempo copertura PF = 5 wk
	CASO D.1 Tempo copertura MP = 3 wk Tempo copertura PF = 5,3 wk	
	CASO D.2 Tempo copertura MP = 2 wk Tempo copertura PF = 5,3 wk	

La tabella riepilogativa appena presentata riassume le migliori politiche di gestione del rischio di fornitura in base allo scenario considerato. si è evidenziato che non sempre tale politica è quella che prevede l'azzeramento del rischio di "inevasione" degli ordini ma, in

alcuni casi, è stata preferita una in cui fosse presente un numero, sebbene esiguo, di ordini inevasi. Questo perché l'obiettivo principale di un'azienda resta comunque la massimizzazione del profitto ed, a volte, annullare gli ordini inevasi comporta una riduzione della redditività rispetto al caso in cui l'adempimento degli ordini non è al 100%.

In conclusione è possibile affermare che non sempre la politica del “rispondere” al rischio è una politica conveniente. Tutto deve essere rapportato ad un'attenta analisi costi-benefici perché in molti casi è più opportuno lasciare che l'evento rischioso si verifichi e faccia il suo corso piuttosto che provare a gestirlo in quanto ciò comporta un dispendio di risorse superiore.

BIBLIOGRAFIA

Ackoff R.L., “*Systems Thinking and Thinking Systems*”, System Dynamics Review, 1994

Bianchi C., “*Modelli contabili e modelli dinamici per il controllo di gestione in un’ottica strategica*”, Giuffrè, 1996

Borghesi A. “*La gestione dei rischi in azienda*”, Cedam, 1985

Bozzolan S., “*Risk Management e misure di performance*”, Finanza Marketing e controllo n° 1, 2008

Christopher M., “*Logistics & Supply Chain Management creating value-adding networks*”, 2005

Crippa R., Larghi L., “*Gestione del rischio di supply chain: moda o sostanza?*”, Quaderni di Management, 2009

Cyert R.M., March J.M., “*A Behavioral Theory of the Firm*”, Prentice-Hall, 1963

Floreani A., “*Introduzione al Risk Management. Un approccio integrato alla gestione dei rischi aziendali.*”, Etas, 2005

Forrester J.W., “*Industrial Dynamics*”, Productivity Press, 1961

Forrester J.W., “*Urban Dynamics*”, Productivity Press, 1969

Gaudenzi B., “*La gestione dei rischi nelle catene di fornitura*”, Giuffrè, 2006

Handfield R.B., McCormack K., “*Supply Chain Risk Management Minimizing Disruptions in Global Sourcing*”, 2005

Lapide L., *“What about Measuring Supply Chain Performance, achieving Supply Chain Excellence through Technology”*, 2003

Macmillan P., *“Logistics - An Introduction to Supply Chain Management”*, 2003

Marini G., *“Dalla logistica al Supply Chain Management”*, Logistica Management, 2002

Milanato D., *“Demand Planning, processi e metodologie per la gestione della Supply Chain”*, 2004

Mollona E., *“Analisi dinamica dei sistemi aziendali”*, Egea, 2000

Romano P., Danese P., *“Supply Chain Management – La gestione dei processi di fornitura e distribuzione”*, McGraw-Hill, 2006

Senge P., *“The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization”*, Doubleday, 1990

Simons R., *“Sistemi di controllo e misure di performance”*, a cura di Franco Amigoni, Egea, 2007

Sterman J. D., *“Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World”*, McGraw-Hill, 2000

Svensson G., *“A conceptual framework of Vulnerability in Firm’s Inbound and Outbound Logistics Flows”*, International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 2002

Waters D., *“Supply Chain Risk Management Vulnerability and Resilience in Logistics”*, 2007

CONCLUSIONI

La presenza di relazioni ed interdipendenze tra diverse imprese determinano, lungo la supply chain, il cosiddetto “effetto-correlazione”, cioè ogni azione o performance di un’azienda genera potenzialmente, a monte e a valle della SC, conseguenze a cascata che coinvolgono le imprese fino al mercato finale. Un’efficace ed efficiente gestione delle relazioni lungo la catena di fornitura deve quindi tendere al monitoraggio sistematico della componente di rischio che può compromettere il perseguimento degli obiettivi.

Si è affrontato lo studio secondo gradi crescenti di approfondimento, partendo dalla scomposizione del problema nelle sue sottoparti per comprendere i meccanismi che compongono il sistema complesso. Si sono infatti prima introdotti separatamente i concetti principali del risk management e del supply chain management, per poi esaminare nello specifico la tematica del supply chain risk management.

È stata, quindi, analizzata la supply chain quale ambito nel quale contestualizzare l’indagine dei rischi, opportunamente distinta in due livelli: analisi di contesto e analisi di focus, fondamentali per rilevare e monitorare i driver di rischio che gravano su una catena di fornitura. L’analisi di contesto, di natura qualitativa, rappresenta un’indagine di rischio all’interno del macroambiente in cui la SC si trova e consiste nel definire le caratteristiche di rischiose proprie della catena di fornitura. L’analisi di focus, di natura quantitativa, ha come obiettivo di identificare quei fattori di rischio che concretamente minacciano la gestione della supply chain, al fine di selezionare gli indicatori “chiave” utili per la gestione del rischio.

Si è poi introdotta la metodologia di indagine dei rischi che si sviluppa fondamentalmente in due “macrofasi”. La prima fase è costituita dalle seguenti attività:

- 1. identificare le aree o entità in cui si articola la supply chain;*
- 2. identificare gli obiettivi di SCM, e tutti i fattori di rischio che gravano su di essa sulle entità. Definire i criteri in base ai quali determinare il fattore di scelta relativamente ai fattori di rischio che lo compongono per così poi consentire una più efficace interpretazione dei fattori di scelta.*

La seconda fase, invece, è costituita dal processo di definizione del cruscotto di indicatori, partendo dall'identificazione dei driver di rischio.

In particolare si sono identificate cinque aree della catena di fornitura entro le quali contestualizzare l'analisi: processo produttivo, ciclo dell'ordine, approvvigionamenti, magazzino e trasposto/distribuzione.

Attraverso l'applicazione della tecnica AHP (Analytic Hierarchy Process) è stato possibile effettuare una valutazione degli obiettivi, selezionando come prioritari gli obiettivi di puntualità ed assenza di danni/difetti.

È fondamentale dunque per le aziende fornitrici e subfornitrici conoscere e comprendere pienamente le dinamiche e i rischi della supply chain. Sulla base di tali considerazioni è stato costruito un panel di quindici indicatori “chiave” per l'indagine dei rischi. Tali indicatori dovranno essere naturalmente misurati, valutati ed interpretati, per permettere l'individuazione delle aree maggiormente rischiose sulle quali intervenire con opportune scelte strategiche ed operative.

L'analisi dello stato dell'arte circa le metodologie esistenti ha permesso successivamente di trovare alcuni dei fattori di scelta, utili per selezionare quali fra le molteplici tecniche esistenti di analisi dei rischi risulti pertinente per avere indicazioni sul problema in esame di volta in volta diverso. Si è proceduto secondo le seguenti attività:

1. *identificazione dei driver di rischio;*
2. *selezione delle variabili di rischio discriminanti per individuazione del fattore di scelta;*
3. *selezione fattore di scelta finale.*

Si è proseguito con l'applicazione della tecnica dei grafi la quale ha evidenziato come esistono delle interrelazioni/subordinazioni tra le entità della supply chain mostrando quali siano i fattori di rischio che necessitano priorità di mitigazione.

In conclusione, della supply chain è stato considerato, tra tutti i possibili rischi, quello di fornitura, laddove per rischio di fornitura si intende la possibilità di non evadere gli ordini dei clienti.

A seguito di attente analisi sono state individuate le cause potenziali che possono incidere direttamente sulla non evasione degli ordini, rappresentate tramite un *diagramma di Ishikawa*, grazie al quale è stato possibile mettere in evidenza come queste cause

determinano come effetto la non evasione degli ordini e come, a loro volta, sono determinate da altrettante cause secondarie.

Il diagramma di Ishikawa, però, non considera tutte le variabili tipiche di una supply chain la cui conoscenza è, invece, fondamentale ai fini di una corretta gestione del rischio in esame. Pertanto, attraverso un *causal loop diagram* sono state rappresentate le retroazioni positive e negative tra le diverse variabili di un'azienda all'interno della supply chain ed è stato rappresentato come queste ultime si relazionino con la variabile “ordini evasi” che è l'elemento rappresentativo del rischio che si vuole gestire.

Una volta realizzata, la mappa causale è stata tradotta, grazie al software Powersim Studio, in uno *stock and flow diagram* che non è nient'altro che un diagramma in cui le variabili del CLD vengono tradotte in stock (tipicamente le variabili che esprimono un livello, come: magazzino materie prime, magazzino prodotti finiti, forza lavoro, ecc...), in flow (tipicamente le variazioni delle variabili stock: produzione, spedizione, assunzione, licenziamento, ecc...) ed infine in variabili ausiliarie (tipicamente costi, ricavi, redditività ma anche variabili costanti come i tempi, le produttività, ecc...).

Sul modello così realizzato sono state eseguite le sperimentazioni in tre scenari differenti, ognuno rappresentativo di una fase tipica del ciclo di vita del prodotto: fase di sviluppo per domanda del settore crescente; fase di maturità per domanda del settore costante e fase di declino per domanda del settore decrescente.

Per ciascuno scenario si è potuta così effettuare una scelta sulla migliore politica di gestione del rischio di fornitura, osservando come sia possibile partire da una tecnica di analisi del rischio per avere un sistema in grado di supportare le decisioni del management aziendale in grado di massimizzare la redditività.